



# ESCOLA NAVAL

*talant de bi-faire*



Nelson João Bituere

*Estudo sobre a Otimização da Cadeia de Abastecimento de  
“Marine Gasoil” na Marinha Portuguesa*

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares  
Navais, na Especialidade de Administração Naval



Alfeite

2020





***Estudo sobre a Otimização da Cadeia de Abastecimento de “Marine Gasoil” na Marinha Portuguesa***

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares  
Navais, na Especialidade de Administração Naval**

**Orientação de: Professor Pedro Borda de Água**

**Co-Orientação de: CFR AN Silva Melo**

O Aluno Mestrando

O Orientador

---

Alfeite

2020

## EPÍGRAFE

Eu sou a videira, vós, os ramos. Quem permanece em mim, e eu, nele, esse dá muito fruto; porque sem mim nada podeis fazer.

João 15 – 5

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela vida que me dá e pelas oportunidades que tem me concedido no percurso da vida.

Ao meu orientador Senhor professor Pedro Borda de Água pela sua dedicação, disponibilidade, interesse e pela sua paciência demonstrados durante a elaboração desta dissertação destacando a importância das suas orientações, esclarecimentos, sugestões e desafios lançados, que contribuíram para a melhor elaboração deste trabalho académico.

Ao meu Co-Orientador Capitão-de-Fragata AN Silva Melo, pelo apoio prestado desde a escolha do tema, e em sala de aulas, pelos conselhos, sugestões e recomendações técnicas, que contribuíram para o sucesso na elaboração desta dissertação.

À Escola Naval que me recebeu e me acolheu durante os últimos 5 anos e a todos os oficiais do Departamento de Humanidades e Gestão que tiveram um papel fundamental na minha formação específica (classe de Administração Naval).

Agradeço à minha família especificamente ao meu pai João Bituere, minha mãe Filomena Custódio, aos meus irmãos o Osvaldo, a Jusélia, a Etelvina a Maria de Fátima, a minha esposa Ester e ao meu amigo Carlos pela demonstração de orgulho, apoio e motivação que sempre me deram durante este percurso académico não só como também ao longo da vida. E principalmente pela presença da qual fizeram, e suas palavras de força apesar da distância.

Aos meus camaradas dos PLOP'S do curso João Batista Lavanha, pelo apoio a nível académico, pela convivência e pelas palavras de motivação prestados durante este longo percurso académico na Escola Naval.

## RESUMO

Para a racionalização e gestão eficaz dos dinheiros públicos é preciso ter em conta a contenção de custos, bem como, a otimização na aplicação de recursos financeiros e materiais. Conforme decorre da Lei Orgânica de Marinha<sup>1</sup> (LOMAR), compete à Direção de Abastecimento o fornecimento de todo os artigos destinados ao funcionamento da Marinha, pelo que desta atividade depende o sucesso no cumprimento das respetivas missões. Na presente dissertação, efetua-se um estudo com foco na otimização da cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil*, o qual é um elemento fundamental para o desempenho das atividades por parte das unidades navais. Não obstante, pretende-se culminar com o presente estudo, num instrumento de apoio à tomada de decisões inerentes à gestão de processos de procura de *Marine Gasoil*, não só, como também, num instrumento de carácter técnico e científico para o potencial apoio à otimização da cadeia de abastecimentos de combustíveis e lubrificantes no geral.

Assim, o presente estudo considera a redução de tempos de espera no processo de abastecimento ao longo da respetiva cadeia de abastecimento e poderá facilitar o planeamento estratégico (gestores de topo), além do controlo eficiente dos recursos disponíveis na Marinha. Torna-se fundamental disponibilizar o *stock do Marine Gasoil* sem se verificar atrasos no fornecimento, de modo a tornar célere o processo de abastecimento do mesmo aos navios, unidades essenciais no assegurar da missão da Marinha.

**Palavras-chave:** *Marine Gasoil*; Otimização; Cadeia de Abastecimento; *Bullwhip*; *System Dynamics*.

---

<sup>1</sup> Conforme o previsto no artigo 14º da LOMAR a entidade competente pela função logística de abastecimento naval é a Direção de Abastecimento (DA), na dependência direta da Superintendência do Material, entidade que tem como missão assegurar as atividades da Marinha no domínio da administração dos recursos de material, sem prejuízo da competência específica de outras entidades.



## ABSTRACT

In order to rationalize and effectively manage public money, it is necessary to take into account cost containment as well as optimization in the application of financial and material resources. According to the Navy Organic Law (LOMAR), it is the responsibility of the Directorate of Supply, to supply all the articles intended for the operation of the Navy, so that this activity depends on the success in the fulfillment of their respective missions. In this dissertation, a study is carried out focusing on the optimization of the supply chain of Marine Gasoil, which is a fundamental element for the performance of activities by naval units. A by-product of this study is a decision-making support tool for Marine Gasoil procurement. This study elaborates on reducing waiting times within the supply process and may facilitate strategic planning, as well as efficient control of available resources within the Navy. It is essential to minimize delays within the Marine Gasoil stock management, in order to speed up the process of supplying it to ships, which are the critical naval units for the Navy's Mission.

Thus, it considers reducing waiting times in the supply process along its supply chain and could facilitate strategic planning, in addition to efficient control of available resources in the Navy.

**Key words:** Marine Gasoil; Optimization; Supply Chain; Bullwhip; System Dynamics.



## ÍNDICE GERAL

EPÍGRAFE .....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO .....	III
ABSTRACT.....	V
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. TEORIA DO PRAGMATISMO .....	2
1.2. METODOLOGIA .....	3
1.3. PROPOSIÇÕES .....	5
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1. LOGÍSTICA .....	7
2.1.1. <i>Ciclo logístico</i> .....	8
2.1.2. <i>Caracterização do processo logístico de combustíveis</i> .....	9
2.2. RESILIÊNCIA DE CADEIAS DE ABASTECIMENTO.....	10
2.2.1. <i>A gestão da cadeia de abastecimento</i> .....	12
2.2.2. <i>Medidas de Gestão do Risco</i> .....	13
2.2.3. <i>Stocks</i> .....	14
2.2.4. <i>Bullwhip</i> .....	14
2.3. GESTÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	16
2.3.1. <i>Digitalização de Processos</i> .....	17
2.3.2. <i>O tempo – Redução de atrasos</i> .....	19
2.4. INSTRUMENTOS DE GESTÃO .....	20
2.4.1. <i>Orçamento de Marinha</i> .....	20
2.4.2. <i>Plano de Atividades</i> .....	22
3. MODELAÇÃO E SIMULAÇÃO PARA VALIDAÇÃO DE HIPÓTESES.....	23
3.1. APLICAÇÃO DA DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS NA ELABORAÇÃO DO SIMULADOR.....	24
3.2. CONSTRUÇÃO DE UM SIMULADOR DE GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO .....	25
4. GERAÇÃO DE CENÁRIOS .....	35
5. RESULTADOS DE SIMULAÇÃO E TESTE DAS PROPOSIÇÕES 1 E 2.....	43
5.1. TESTE DE PROPOSIÇÕES.....	57
6. CONCLUSÕES .....	61

6.1. EVOLUÇÃO FUTURA DO PRESENTE TRABALHO .....	62
REFERÊNCIAS .....	63
<b>APÊNDICE A - SIMULADOR <i>SYSTEM DYNAMICS</i> COM UM <i>STOCK</i> .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE B - CÓDIGO DO SIMULADOR .....</b>	<b>68</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS**

**BNL** – Base Naval de Lisboa

**CA** – Cadeia de Abastecimento

**CEMA** – Chefe do Estado-Maior da Armada

**COMNAV** – Comando Naval

**DA** – Direção de Abastecimento

**DAF** – Direção de Administração Financeira

**DOT** – Divisão Operacional e Técnica

**DPM** – Diretiva do Planeamento de Marinha

**EDI** – Electronic Data Interchange

**EN** – Escola Naval

**FFAA** – Forças Armadas

**GCA** – Gestão da Cadeia de Abastecimento

**GPN** – Gestão do Processo de Negócios

**IESM** – Instituto de Estudos Superiores Militares

**IOT** – Internet Of Things

**LOMAR** – Lei Orgânica de Marinha

**MDN** – Ministério da Defesa Nacional

**MG** – Marine Gasoil

**NATO** – North Atlantic Treaty Organization

**NSPA** - NATO Supply Procurement Agency

**OA** – Organismo Abastecedor

**ODT** – Organismo de Direção Técnica

**PA** – Plano de Atividades

**PLANOPNAV** – Planeamento Operacional Naval

**PN** – Planeamento de Necessidades

**PS** – Pensamento Sistêmico

**SCM** – Supply Chain Management

**SD** – System Dynamics

**SF** – Superintendência das Finanças

**SIG** – Sistema Integrado de Gestão

**SIGDN** – Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional

**SM** – Superintendência do Material

**UEO** – Unidade, Estabelecimento ou Órgão

**UN** – Unidade Naval

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fases do ciclo Logístico. Adaptado de (Carvalho, 2012). .....	8
<b>Figura 2</b> – Esquema da caracterização do processo logístico de combustíveis – Fonte: Elaborado pelo autor da presente dissertação. ....	9
<b>Figura 3</b> - Processos Macro da cadeia de abastecimento. Fonte: Adaptado de Christopher (1992, p. 266). ....	13
<b>Figura 4</b> - Efeito <i>bullhip</i> causado pelas causas supracitadas. ....	15
<b>Figura 5</b> - Conceitos de digitação, digitalização e transformação digital. Fonte: (Milan, F. <i>Digital Business Analysis</i> , 2019). ....	18
<b>Figura 6</b> - Objetivos estratégicos na DPM 2018. ....	21
<b>Figura 7</b> - Processo de elaboração do Plano de Atividades. Fonte: Diretiva Setorial de Marinha. ....	22
<b>Figura 8</b> - Elementos básicos num Diagrama de Forrester. ....	27
<b>Figura 9</b> - Formas básicas de estruturar um nível com o respetivo fluxo. ....	28
<b>Figura 10</b> - As válvulas são os pontos de controlo nos Diagramas de Forrester. ....	28
<b>Figura 11</b> - Variável de decisão (Pedidos por Efetuar à Galp). ....	29
<b>Figura 12</b> - Variáveis de decisão (Ajustes face aos consumos e Face ao Orçamento de MG restante). ....	31
<b>Figura 13</b> - Simulador <i>System Dynamics</i> . Fonte: elaborado pelo autor. ....	33
<b>Figura 14</b> - Cenário 1 Cenário base (Entrega de MG e Stock Total de MG). ....	44
<b>Figura 15</b> – Cenário base (MG por Receber e Pedidos Efetuados). ....	45
<b>Figura 16</b> - Cenário 2 (Pedidos Efetuados, Pedidos por Efetuar, Reserva de Segurança e o Stock Total de <i>Marine Gasoil</i> ). ....	46
<b>Figura 17</b> - Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG Restante. ....	47
<b>Figura 18</b> - Cenário 3 (Pedidos Efetuados, Pedidos por Efetuar à Galp, Reserva de Segurança Stock Total de MG). ....	48
<b>Figura 19</b> – Cenário 4 (Pedidos Efetuados, Pedidos por Efetuar à Galp, Reserva de Segurança e Stock Total MG). ....	49
<b>Figura 20</b> - Cenário 5 (Pedidos Efetuados). ....	50
<b>Figura 21</b> - Cenário 5 (Stock Total de <i>Marine Gasoil</i> ). ....	50
<b>Figura 22</b> - Cenário 6 ( <i>Marine Gasoil</i> por Receber e Pedidos Efetuados). ....	51
<b>Figura 23</b> - Cenário 6 (Entregas, Recebimentos, Pedidos Efetuados e Stock Total de MG). ....	52
<b>Figura 24</b> - Cenário 7 ( <i>Delay</i> de operações e <i>Impacto</i> da digitalização de processos). ....	53
<b>Figura 25</b> - Cenário 8, Crise petrolífera com 20 dias de atraso no fornecimento. ....	54
<b>Figura 26</b> - Cenário 9 ( <i>Consumos médios com a redução da Reserva de Segurança</i> ). ....	55

**Figura 27** – Cenário 10 (Pedidos *efetuados* e por efetuar à Galp, Reserva de segurança e *Stock* Total).

..... 56

**ÍNDICE DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> Comportamento da cadeia de abastecimento ao longo do tempo. ....	11
<b>Tabela 2</b> – Cenário Base.....	37
<b>Tabela 3</b> – Consumos médios com atrasos.....	37
<b>Tabela 4</b> – Consumo extraordinário com periodicidade mensal. ....	38
<b>Tabela 5</b> – Consumo extraordinário a cada 2 meses. ....	38
<b>Tabela 6</b> - Consumo extraordinário mensal com atrasos de informação. ....	39
<b>Tabela 7</b> - Consumo extraordinário extremo. ....	39
<b>Tabela 8</b> – Parâmetros que definem o Cenário 7. ....	40
<b>Tabela 9</b> - Crise petrolífera (com 20 dias de atraso no fornecimento). ....	41
<b>Tabela 10</b> - Consumos médios com a redução da Reserva de Segurança. ....	41
<b>Tabela 11</b> - Digitalização de Processos extremo.....	42
<b>Tabela 12</b> - Síntese de todos os cenários.....	42

## 1. Introdução

A presente dissertação aborda o tema: “Estudo sobre a otimização da cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil*”, e é subjacente ao planeamento curricular da Escola Naval para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de Administração Naval.

Por forma a manter-se um controlo eficaz e minimização de oscilações que podem causar a *acumulação de stock* ou atrasos no processo de fornecimento de *Marine Gasoil* ao longo da cadeia de abastecimento na marinha portuguesa, surge a necessidade de elaborar-se a presente dissertação com bases fundadas e acobertas de conhecimento científico.

Atualmente, a Marinha dispõe duma capacidade de armazenamento de 6000 toneladas de *Marine Gasoil*, dependente da tipologia de armazenamento<sup>2</sup> considerada. Os tempos de espera para o fornecimento do *Marine Gasoil* por parte das unidades navais é atualmente aproximado a 72 horas, para efeitos do processamento administrativo e o respetivo abastecimento, e após efetuado o pedido à Direção de Abastecimentos (DA) pelas unidades navais na Base Naval de Lisboa. A navegar, o mesmo deve ser feito com 48h de antecedência segundo o Despacho do VALM Superintendente do Material, nº 7/2018 de 05 de fevereiro.

Face ao exposto, e em consonância com os objetivos delineados para esta investigação pretende-se fazer o estudo da cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil* na Marinha Portuguesa, com objetivos de propor medidas para a redução de custos e a satisfação das necessidades presentes de forma flexível e eficiente.

Será também abordada uma metodologia de trabalho centrada em duas proposições identificadas no subcapítulo 1.3, as quais se validam ao longo deste projeto. As mesmas proposições servirão para dividir de forma coerente os vários capítulos apresentados mantendo sempre o fio lógico definido.

---

<sup>2</sup> Compreende depósitos em terra e navios, uma vez que se pode recorrer a estes para abastecer outros navios.



Por forma a atingir os objetivos delineados no estudo em questão efetuou-se uma divisão em seis capítulos sendo que, no capítulo 1, efetua-se o enquadramento dos objetivos, a definição das hipóteses, e a metodologia aplicada. No capítulo 2, efetua-se uma revisão da literatura em torno do tema em alusão e as condicionantes associadas. O capítulo 3 centra-se no pensamento sistémico para a modelação de sistemas complexos e na construção do simulador para a validação das hipóteses. No capítulo 4 são gerados os cenários; o capítulo 5 destina-se à simulação, teste de hipóteses e validação das mesmas. Relativamente ao capítulo 6, são discriminadas as conclusões e evoluções futuras.

### **1.1. Teoria do pragmatismo**

A elaboração da presente dissertação tem como premissas alguns dos pressupostos assentes na teoria do pragmatismo, corrente filosófica desenvolvida por Peirce, (1839:1914 cit. por Silva, 2008 p. 102) nos Estados Unidos da América. Na perspetiva de Peirce *“o pragmatismo é considerado um método de determinação de significados como medida de acabar com os equívocos que existiam naquela época para a definição de alguns conceitos no campo filosófico”*, dos quais, os seus mentores sustentavam as suas ideias em palavras com significados distintos e indefinidos.

Por seu turno, Peirce salienta que o que se procura, portanto, é um método que determine o significado real de qualquer conceito, doutrina, proposição, palavra ou outro signo. *“O pragmatismo não se propõe a dizer no que consistem os significados de todos os signos, mas, simplesmente, a estabelecer um método de determinação dos significados dos conceitos intelectuais, isto é, daqueles, a partir dos quais podem resultar raciocínios”*. Ora, esta espécie de consideração, a saber, a de que *“certas linhas de conduta acarretarão certas espécies de experiências inevitáveis, é aquilo que se chama consideração prática”* (Peirce, 1990, p. 193-195 cit. por Silva, 2008 p. 102).

É em torno desta temática e de outras investigações realizadas pelo autor da presente dissertação, especificamente a revisão de literatura, que surge a necessidade de desenvolver um simulador de *System Dynamics* para compreender as curvas de procura de *Marine Gasoil* e trazer respostas que podem influenciar a tomada de decisões ou na forma de gerir fatores de risco que podem afetar a cadeia de abastecimento em causa. Schoemaker (1995) propõem a necessidade de geração de cenários de modo a compreender e dar solução a problemas complexos. Portanto, ao implementar-se essa forma prática e demonstrar-se resultados que podem influenciar várias decisões, assim como a maneira pela qual a cadeia de comando (contexto militar) lida com problemas sensíveis e complexos, está-se a criar valor e base para a sustentação dessas decisões.

## **1.2. Metodologia**

A metodologia científica aplicada apoia-se numa abordagem quantitativa, que se constitui como um processo sistemático de recolha de dados observáveis e quantificáveis, baseado na observação de fatos, acontecimentos e fenómenos objetivos, que existem independentemente do investigador (Freixo, 2011, p.144). A estratégia de investigação quantitativa baseia-se na formulação de hipóteses prévias e na utilização de técnicas de verificação sistemática, procurando testar teorias, através da verificação da relação entre variáveis (Creswell, 2013, p.4).

Face ao exposto, optou-se pela seguinte sequência:

1. Formulação de proposições;
2. Revisão conceitual (usada para geração das proposições);
3. Revisão de literatura (Estado da Arte);
4. Recolha de dados, escolha de desenho da pesquisa para os testar;
5. Análise dos dados e geração de cenários (tendo em conta as proposições formuladas);

6. Conclusões (confirmam ou conflituam com a teoria, completando o ciclo (Newman e Benz, 1998, pp. 21+22, cit. por caderno nº 8 do IESM p. 30).

De acordo com os objetivos delineados nesta investigação selecionou-se um raciocínio fundamentalmente dedutivo onde se parte da lei geral para o particular, ou seja, raciocinar dedutivamente é partir da teoria em busca de uma verdade particular. Este tipo de raciocínio tem a sua origem na concepção racionalista das ciências. As conclusões são obtidas, através de um raciocínio lógico, a partir das premissas e, uma vez encontradas, incontestáveis. Nestas circunstâncias, verifica-se que um argumento lógico dedutivo é sempre formado por três partes: (i) as hipóteses ou premissas (ex: todo o metal conduz eletricidade); (ii) a inferência, ou seja, o processo através do qual passamos das hipóteses à tese (ex: o ferro é um metal); e (iii) as conclusões ou tese (logo, o ferro conduz eletricidade). Neste tipo de raciocínio, se aceitarmos as premissas somos forçados a aceitar a conclusão, pois o raciocínio dedutivo não trata da verdade dos factos, mas sim da sua validade. (Freixo, 2011, pp. 98+99).

Para o teste e possível validação das proposições construiu-se um simulador *System Dynamics*. Diferentemente de uma mera abordagem estática a dinâmica de sistemas apresenta mais detalhes e imitação da realidade, de uma forma mais prática e objetiva. Uma vez que o objetivo específico do presente estudo é otimizar a cadeia de abastecimentos de *Marine Gasoil*, com suporte do simulador construído, será possível verificar oscilações provocadas pelos atrasos nos fornecimentos de combustível, e teste de vários cenários, introduzindo parâmetros diferenciados de modo a verificar-se a consistência do simulador e extrair conclusões dos resultados obtidos. Tais resultados, poderão ajudar a DA como organismo responsável por gerir o abastecimento, a tomar decisões com base em pressupostos razoáveis e por outro lado, um estudo aprofundado da cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil*.

### 1.3. Proposições

Na opinião de Popper (2006 cit. por Freixo, 2011, p. 100), só a partir de uma teoria é possível formular as questões que pretendemos estudar, as quais, por sua vez, irão determinar o tipo de dados a observar. Contudo, irá formular-se algumas proposições que se enquadram com os objetivos da presente dissertação.

**Proposição 1** – A Introdução da Digitalização de Processos permite reduzir atrasos (*delays*) na cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil*.

**Proposição 2** – A Redução de atrasos (*delays*) na cadeia de abastecimento permite reduzir instabilidades na mesma (redução de *Bullwhip Effect*).

Ao validar-se as proposições supracitadas, isso traria benefícios ao conseguir-se reduzir atrasos e efeitos de oscilações na cadeia de abastecimento que é um dos problemas atuais na gestão da mesma. Para o ganho de eficiência as organizações deviam optar pela redução da reserva de segurança (redução de capital empatado) e potencializar a gestão de *stocks*, mas precavendo ruturas dos mesmos. A digitalização de processos torna os processos de negócio automatizados aumentando a eficiência na gestão de operações, seja no contexto interno à organização ou na interação com organizações terceiras.



## 2. Revisão da Literatura

Este capítulo, subdividido em várias secções descreve os factos mais relevantes sobre a gestão da cadeia logística, com especial foco na cadeia de abastecimento do *marine gasoil*.

### 2.1. Logística

Durante várias décadas, o conceito logístico tem vindo a sofrer alterações na sua definição. Para o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), a maior organização a nível mundial de profissionais e académicos da área, é definida como:

*“Parte da cadeia de abastecimento que é responsável por planear, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso às operações de armazenagem de bens, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a ir de encontro aos requisitos e necessidades dos clientes”* (CSCMP, 2013).

A logística interage com diversas funções organizacionais, em especial na gestão de operações, o que lhe confere uma grande importância na produtividade, minimização de custos e no serviço ao cliente. Embora seja inquestionável o contributo da logística para o desenvolvimento económico e social, em todas as épocas e latitudes, trata-se de um tema que fora pouco estudado durante muitos anos, o que implica, pelos menos parcialmente a persistência de algumas insuficiências a nível conceptual.

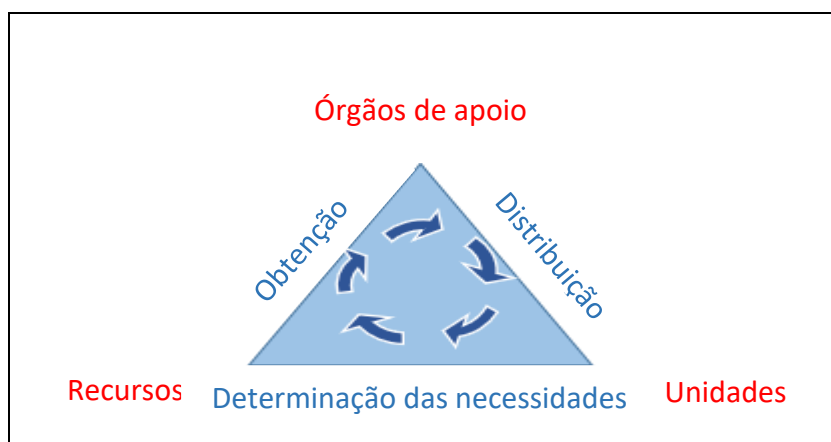
Para dar solução aos problemas logísticos os órgãos responsáveis pelas funções de direção, baseiam-se essencialmente nos elementos funcionais da logística, que percorrem as etapas do ciclo logístico nas respetivas funções de desenvolvimento. Bowersox (1978) segue esta linha de pensamento e identifica cinco grupos genéricos de atividades logísticas: A gestão de infraestruturas da organização (remetendo para as componentes de gestão do espaço e da localização ótima de organizações,

depósitos, entrepostos e postos de venda), a constituição e gestão de *stocks*, a comunicação e informação, a movimentação de materiais ou produtos e o transporte.

Em termos militares, há muito tempo que se mencionam, com formatos similares, cinco grandes componentes logísticas: Abastecimento, transporte, manutenção, saúde (na perspetiva operacional: evacuação, hospitalização e recuperação. Orgânica: medicina preventiva, investigação e educação sanitária), e serviços complementares (infraestruturas e pessoal) (Dias, 2005 p. 29).

### 2.1.1. Ciclo logístico

Uma ação logística *“inicia-se com uma necessidade que tem de ser satisfeita; isto designa-se por problema logístico”* (Carvalho, 2012) que, por sua vez, poderá ser de carácter civil ou militar, nacional ou internacional, produção ou consumo, entre outros. O ciclo logístico desenvolve-se ao longo de três fases fundamentais, que podem ser observadas na figura 1, sendo estas:



**Figura 1-** Fases do ciclo Logístico. Adaptado de (Carvalho, 2012).

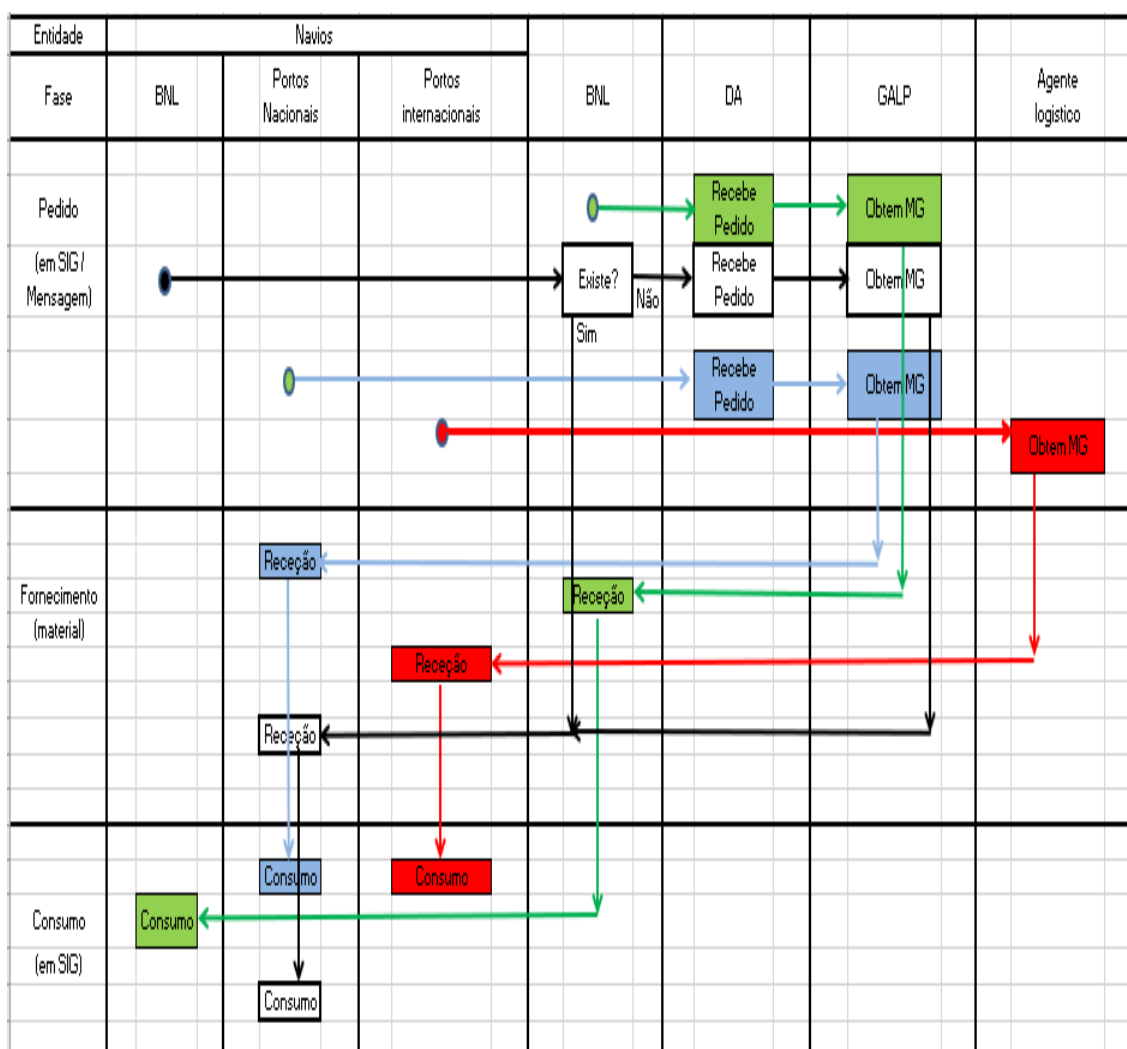
1. Determinação das necessidades;
2. Obtenção de recursos;
3. Distribuição.

Contudo, é evidente que o ciclo logístico obedece a um processo em que as funções estão interdependentes, ou seja, a falha de uma função, compromete as demais, causando desta forma, morosidade no ciclo ou limitações no cumprimento de

objetivos inicialmente desenhados. Há, pois, uma propagação de efeitos ao longo da cadeia de abastecimentos que a afeta e gera dinâmicas na mesma.

### 2.1.2. Caracterização do processo logístico de combustíveis

De uma forma genérica, o esquema abaixo, evidencia a caracterização do processo logístico de combustível na Marinha, quer na Base Naval de Lisboa, quer em portos nacionais (fora da Base) ou estrangeiros, e também ilustra o consumo efetuado na rubrica orçamental inerente ao *Marine Gasoil*, em Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN), pelo abate nas existências do material.



**Figura 2** – Esquema da caracterização do processo logístico de combustíveis – Fonte: Elaborado pelo autor da presente dissertação.



À luz do Despacho do Vice-Almirante (VALM) Superintendente do Material, nº 7/2018 de 05 de fevereiro - *Normas relativas à requisição e utilização de dotações de combustíveis e lubrificantes*, os navios na Base Naval de Lisboa ou em portos nacionais, requisitam o combustível à Direção de Abastecimento, com pelo menos 72 horas de antecedência através de mensagem em Sistema Integrado de Gestão. Em portos estrangeiros é contactado um agente logístico pelo navio, mantendo a DA informada que no caso da Marinha Portuguesa é o *Navy Fuel Supply Partnership* da NSPA<sup>3</sup>.

Em bases *North Atlantic Treaty Organization* (NATO), com facilidade de abastecimento: requisitam o combustível de acordo com a doutrina estabelecida na publicação *Allied Logistics Publication* (APL-1).

## **2.2. Resiliência de Cadeias de Abastecimento**

Segundo Dias (2005, p. 233) “*Do comportamento mecânico dos materiais vem a designação de resiliência cujo conceito é ligeiramente diferente do de resistência, mas, sem estarmos em detalhes, bastará referir que ambas reportam, de alguma maneira, à capacidade de resistir à rutura*”. É imprescindível que as cadeias de abastecimentos sejam resilientes, uma vez que, é um ciclo de operações dentro e fora da organização que de certa forma mantêm-na robusta e eficiente. A cadeia de abastecimento deve ser ágil nas estratégias implementadas de modo a evitar ruturas.

Conforme referido em Agarwal, Shankar & Tiwari (2007) “*Agilidade na organização significa fornecer valor ao cliente, estar preparado para a mudança, valorizar o conhecimento e capacidades humanas e formar parcerias virtuais*” Os clientes da Marinha para o combustível são as unidades navais, pelo que, sempre que é efetuado um abastecimento de *Marine Gasoil* existe uma contribuição para que Portugal use o mar através da Marinha Portuguesa. A capacidade que a organização tem em lidar com mudanças imprevisíveis, estando atenta a optar por adaptar-se às

---

<sup>3</sup> NATO Supply Procurement Agency.

mesmas ou em contorná-las, torna-a eficiente, é uma das formas de resiliência organizacional.

Não se pode falar de agilidade sem fazer menção à flexibilidade, pois, a agilidade compreende a capacidades de ser flexível. Entretanto, a flexibilidade está relacionada com a capacidade de adaptação e versatilidade da cadeia de abastecimento. Noutros termos, agilidade é uma medida do tempo de reação e a flexibilidade é uma medida da capacidade de reação, em torno da cadeia de abastecimento. A tabela 1, faz menção aos fatores de risco que podem afetar a cadeia de abastecimento, identificando-os, e os devidos efeitos. Não obstante ao que foi referido, também são identificadas medidas de avaliação dos seus respetivos efeitos positivos. Assim, temos uma tabela de síntese dos problemas e medidas para a mitigação dos mesmos, ao fazer-se um estudo para melhor gestão duma cadeia de abastecimento de qualquer produto.

**Tabela 1** Comportamento da cadeia de abastecimento ao longo do tempo.

<b>Problemas verificados</b>	<b>Efeitos Negativos</b>	<b>Medidas</b>	<b>Categorias do <i>delay</i></b>	<b>Efeitos positivos</b>
<b>1. <i>Bullwhip</i>;</b> <b>2. <i>Lead-times</i>;</b> <b>3. Lacunas ou desfasamentos;</b> <b>4. <i>Delay's</i>.</b>	Oscilações na cadeia que podem provocar atrasos no fornecimento, rutura ou acumulação indesejada dum <i>stock</i> .	<b>1.</b> Digitalização de processos, para a redução dos tempos de espera ( <i>lead-times</i> );  <b>2.</b> Processamentos administrativos ágeis.	<b>1.</b> Medição e reporte (ex: relatórios de leituras dos tanques). <b>2. <i>Delay</i></b> administrativo (que surge na sequência das tomadas de decisões). <b>3. <i>Delay</i></b> com operações (variáveis internas à organização).	Menor <i>stock</i> de segurança e menos dinheiro empatado com <i>stocks</i> acumulados por muito tempo; mais resiliência e menos <i>bullwhip</i> .

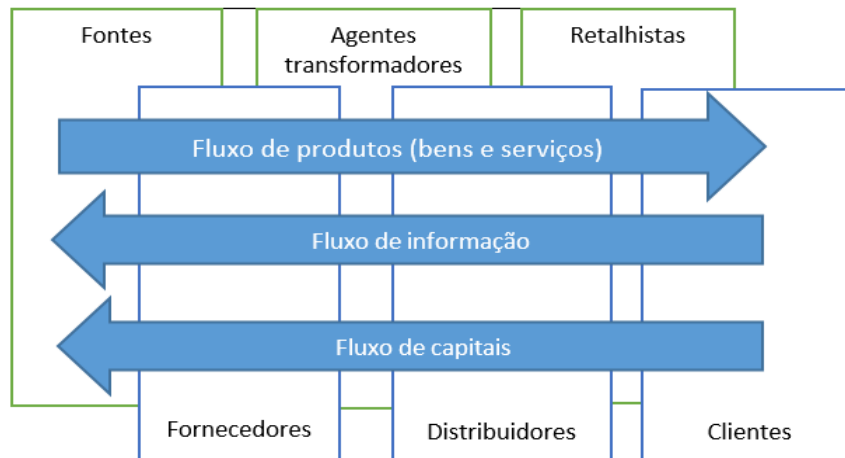
Fonte: elaborado pelo autor

### **2.2.1. A gestão da cadeia de abastecimento**

Ao tomar-se em conta a otimização das variáveis logísticas do custo, qualidade e tempo, estamos a atender à eficiência da Gestão da cadeia de abastecimento (GCA). Ao iniciar-se a análise da gestão da cadeia de abastecimento deve em primeiro lugar focar-se na forma de comprimir e reduzir os tempos de todas as atividades e processos e, ao mesmo tempo assegurar a redução de custos, mantendo-se a qualidade e fiabilidade da entrega ao cliente ou consumidor em níveis adequados.

Para a CSCMP (2010) *“A gestão da cadeia de abastecimento envolve o planeamento e a gestão de todas as atividades de sourcing e procurement, conversão e todas as atividades logísticas. É importante referir que a gestão da cadeia de abastecimento envolve a coordenação e a procura da colaboração entre parceiros de cadeia ou do canal, sejam eles fornecedores, intermediários prestadores de serviços logísticos ou clientes. Em essência, a gestão da cadeia de abastecimento integra as componentes abastecimento e procura dentro e entre organizações”*.

Salienta-se a necessidade de se atender à cadeia de abastecimento no seu todo. Isto porque ao longo de vários anos, tem-se verificado que as empresas para continuarem a obter ganhos relativamente a qualidade, tempo, custo, e utilização de ativos, o seu foco não deve estar limitado ao nível da gestão interna. É fundamental o contacto com a vertente externa de interesse para a organização - *stakeholders*. Podemos verificar essa ligação dos processos logísticos com o fluxo da informação na (figura 3).



**Figura 3** - Processos Macro da cadeia de abastecimento. Fonte: Adaptado de Christopher (1992, p. 266).

### 2.2.2. Medidas de Gestão do Risco

A gestão de risco vem sendo uma medida de controlo interno na arena das organizações. A cadeia de abastecimento lida com vários tipos de risco a diferentes níveis do processo de gestão de risco. Sendo a resiliência um elemento fundamental da gestão do risco, e é por isso importante examinar e considerá-la no contexto do paradigma da resiliência.

A gestão do risco implica a identificação de potenciais fontes de risco e a implementação de estratégias apropriadas de forma coordenada entre as entidades da cadeia, de forma a reduzir a vulnerabilidade da mesma a esses riscos (Juttner, 2005, citado em Ponomarov e Holcomb, 2009). Uma das melhores formas de lidar com o risco é aumentar a fiabilidade da cadeia de abastecimento, mas esta só se consegue aumentando a capacidade de recuperação ou adaptação face à ocorrência de um distúrbio. Este atributo está assim relacionado com os atributos capacidade de recuperação e robustez da cadeia de abastecimento, contribuindo para a robustez da mesma. A gestão do risco impõe, em quaisquer circunstâncias, mesmo quando existe uma capacidade de resposta rápida, a existência de planos de contingência ou, em alternativa, de redundâncias, sistemas, válvulas de segurança, etc.

### **2.2.3. Stocks**

*“Os stocks aparecem como uma forma de não adicionar valor ao produto movimentado e transformado ao longo da cadeia de abastecimento”* na perspetiva de Ballou (2004, cit. por carvalho 2012, p. 140), mas sim, faz com que um determinado nível de serviço ao cliente seja atingido ao mínimo custo, nomeadamente por permitir que as atividades que acrescentam valor (ex: a produção e o transporte), possam ser executadas de uma forma mais eficiente.

Tendo em consideração o supracitado e para a conciliação de conhecimento vejamos a seguir o *raciocínio* lógico segundo Carvalho (2012), segundo ele *“podemos distinguir 2 tipos de Stocks, visto que as razões que lhes dão origem são distintas, o Stock de Segurança para a proteção da cadeia de abastecimento, garantindo que os níveis de serviço são atingidos, como medida de evitar os custos de rutura, e o Stock Cíclico, que é resultado da tentativa de rentabilização, com via a economias de escala, subjacente às operações de produção, montagem e transporte, mas também das compras, comprando em maior quantidade na perspetiva de preços mais baixos”*.

É importante considerar esses dois stocks porque o primeiro permite ter menos capital empatado e o segundo faz com que se verifique um controlo eficaz do risco de rutura de stocks, mantendo a cadeia de abastecimento mais robusta.

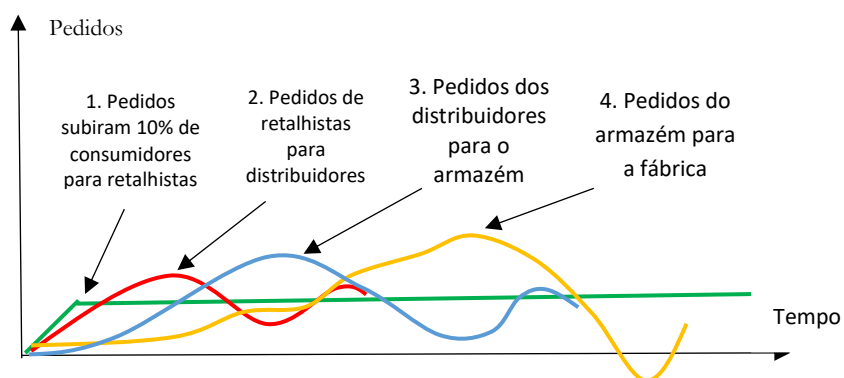
### **2.2.4. Bullwhip**

O efeito *Bullwhip* é um dos fenómenos que causa maiores problemas na cadeia de abastecimento criando oscilações na cadeia de abastecimento que aumentam os custos logísticos, de transportes e de armazenagem entre outros, que possam não ser custos diretos das operações, verificados ao longo de todo o processo de abastecimento. Moura (2006, p. 70) define este fenómeno como *“A distorção das previsões da procura, à medida que são comunicadas aos membros da cadeia a montante”*, o que dá origem à elevada variabilidade na procura e o replaneamento

dos pedidos com o aumento do fluxo a montante, o que provoca a falta de coerência na informação que é transmitida e congestionamento de *stocks*.

O *Bullwhip* tem sido um tema epicêntrico na análise e estudo da gestão de cadeias de abastecimento para vários académicos ao longo das últimas décadas, o referido estudo é efetuado com recurso a modelos analíticos e matemáticos. Observa-se com tal experiência que é possível obter resultados reais dos seus efeitos utilizando dados reais das organizações.

Segundo Senge (1990), o *Beer Game*, ferramenta de simulação que foi desenvolvida no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em 1960 por John Sterman, inquestionavelmente é um excelente exemplo de demonstração do fenómeno *Bullwhip*. Pode verificar-se por simulação que os “*participantes (estudantes, gestores, analistas) jogam com regras estabelecidas pelos clientes, retalhistas, vendedores e fornecedores dum tipo de produto qualquer*”, onde os participantes tomam decisões sem que haja comunicação entre eles, referentes a ordens a serem enviadas para o próximo nível ao longo da cadeia de abastecimento. O aumento de efeitos e dinâmicas ao longo da cadeia de abastecimento são geralmente atribuídos à tomada de decisão “irracional” dos jogadores.



**Figura 4** - Efeito *bullhip* causado pelas causas supracitadas.

Fonte: online, [https://image.slidesharecdn.com/inventory-manajemenlogistik-](https://image.slidesharecdn.com/inventory-manajemenlogistik-111208034007-phpapp01/95/tugas-kelompok-man-logistik-inventory-syamsir-abduh-15-728.jpg?cb=1327003339)

[111208034007-phpapp01/95/tugas-kelompok-man-logistik-inventory-syamsir-abduh-15-728.jpg?cb=1327003339](https://image.slidesharecdn.com/inventory-manajemenlogistik-111208034007-phpapp01/95/tugas-kelompok-man-logistik-inventory-syamsir-abduh-15-728.jpg?cb=1327003339) consultado em 06/04/20.

Conforme pode-se observar na (figura 4) com o passar do tempo o fornecedor ficou com um stock maior que a procura por parte dos consumidores (pedidos dos consumidores para retalhistas).

### **2.3. Gestão de Processos de Negócio**

Segundo Weske (2007) um Processo de Negócio pode ser definido como *“um conjunto de atividades que juntos produzem o resultado desejado ou uma meta de negócios requerida”*. Numa outra perspetiva a gestão do processo de negócio *“é a arte e a ciência de controlar como o trabalho é realizado dentro da organização”* de modo a garantir a obtenção de resultados credíveis e consistentes. Ao iniciar-se um ciclo de vida da gestão do processo de negócio, as organizações precisam primeiramente, analisar quais os processos existentes (fase de identificação dos processos), o que facilita o controle das atividades uma vez que se conhece os objetivos centrais a alcançar.

As organizações, geralmente têm de gerir o processo pelo qual um pedido é recebido até que o produto ou serviço solicitado seja entregue. É melhor focar em alguns processos, de preferência aqueles que estão no núcleo da organização e onde as melhorias resultam nos maiores benefícios para a mesma e seus clientes. Portanto, a próxima etapa é entender os processos de negócios selecionados com mais detalhe.

*“Um processo de negócio consiste num conjunto de atividades que são executadas em coordenação num ambiente organizacional e técnico”*. Essas atividades atingem conjuntamente uma meta de negócio. Cada processo de negócio é realizado por uma única organização, mas pode interagir com os processos de negócio realizados por outras organizações.

### 2.3.1. Digitalização de Processos

Na perspectiva de Milani (2019) os avanços verificados na tecnologia de informação nas últimas décadas, tais como o elevado índice da disponibilidade da informação e a flexibilidade na partilha de dados digitais trouxeram para o mundo a era digital.

Investir em tecnologia implica mudança na estratégia de fazer o negócio, que por sua vez, envolve custos adicionais com a compra de equipamentos e a formação de pessoal para os operar, não obstante aos custos financeiros, o referido investimento deve ser bem analisado no contexto da economia de custos (custos fixos menores que a receita adquirida), no contexto logístico (o fluxo de bens ou serviços deve ser eficiente desde a produção até ao consumidor final, não permitindo que haja instabilidades na cadeia de abastecimento) e no âmbito da gestão (cálculo das taxas de retorno de investimento, taxa interna de rentabilidade, e a decisão de produção de quantidades certas para o mercado).

Gartner (2015, citado por Milan 2019, p. 14) define digitalização como *“o uso de tecnologias digitais para mudar um modelo de negócios e fornecer novas oportunidades de receita e geração de valor; é o processo de mudança para um negócio digital”*. De uma maneira muito sucinta a digitalização é a capacidade de utilizar as tecnologias de informação e comunicação, para a exploração de novas oportunidades e criação de valor.

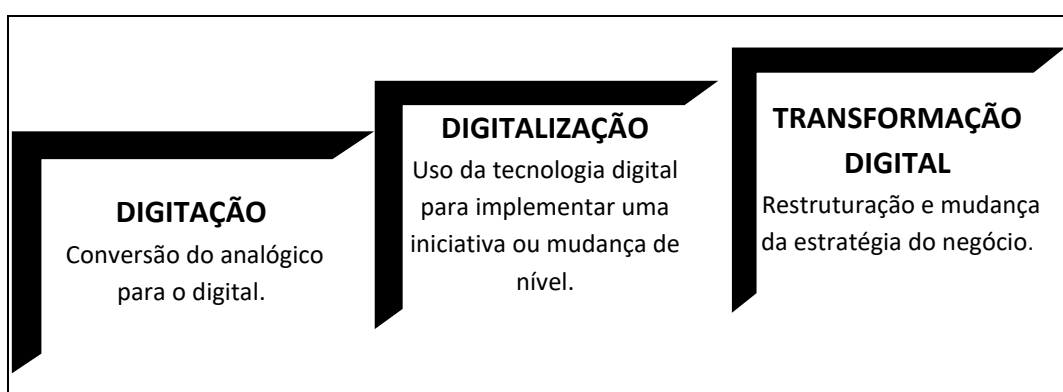
Entretanto, com o desenvolvimento de sistemas inteligentes para o manuseamento de dados, esse conhecimento e experiência foram transferidos para sistemas. Oferecendo com isso suporte à decisão e muitas vezes melhor do que os próprios especialistas podem oferecer. Isso é facultado por sistemas que incorporam conhecimento nos seus processos.



Com a digitalização mais dados estão disponíveis e as empresas podem utilizá-los para analisar, prever, planejar e se adaptar às necessidades e ao contexto em que operam. De fato, *“A análise de big data<sup>4</sup> é uma parte essencial de todas as organizações recentes que operam no setor digital”*. Apesar de tal investimento ser de elevado custo, os benefícios são maiores. Podemos então encontrar no *big data* a digitação, a digitalização e transformação digital (Figura 5). Digitação *“significa transformar um produto ou processo analógico em digital”*, por exemplo, preencher formulários digitando em vez de escrever à mão.

A digitalização é a ação que pode remodelar o modelo de negócio, implementando, por exemplo, soluções da internet das coisas que alteram a maneira como as pessoas interagem com produtos e processos relacionados ou aumentam a automação de processos. E finalmente a *“A transformação digital é distintamente diferente da digitalização. A digitalização está no nível da iniciativa (projeto)”*, enquanto a *“transformação digital é uma transformação estratégica nos negócios”*.

A transformação digital implica trazer mudanças para as organizações, implementação de várias tecnologias digitais e adquirir novos recursos a nível organizacional. A mudança é muito maior que a de uma iniciativa de digitalização. Podemos integrá-la facilmente com recurso a digitalização de processos.



**Figura 5** - Conceitos de digitação, digitalização e transformação digital. Fonte: (Milan, F. *Digital Business Analysis*, 2019).

---

<sup>4</sup> *Big data* é a área do conhecimento que estuda como tratar, analisar e obter informações a partir de grande volume de dados, estruturados e não estruturados, que são gerados a cada segundo em tecnologia de informações.

### 2.3.2. O tempo – Redução de atrasos

Na perspetiva de Dias (2005, pag. 139), na gestão da cadeia de abastecimento, deve ter-se sempre em conta a otimização das variáveis logísticas custo, qualidade e tempo. Tempo como um bem cada vez mais escasso, já que os horizontes temporais de cada decisão acarretam custos, ou seja, ocorre um efetivo esforço de “compressão do tempo” enquanto variável de gestão e que se repercute, necessariamente, em toda a cadeia logística, encurtando em consequência não só o respetivo lead-time, mas também o tempo de reposição das encomendas em prateleira, tudo ao menor custo possível.

#### A compressão do tempo

1. Quando pensamos em relação ao tempo, temos em mente que o mesmo está associado ao custo - quanto mais tempo, mais custos associados - pois segundo Carvalho (2012) em logística *“O tempo é uma importante variável da competitividade. Tempo enquanto fonte de diferenciação – logo fonte de competitividade”*.
2. *“Possuir atualmente uma capacidade disponível onde e quando for preciso sem que seja necessário tê-la em stock constitui uma arma estratégica de grande competitividade para a prestação de serviços”* (Carvalho, 2012). O mesmo autor refere que hoje em dia, a única variável que se admite ter em *stock* é o tempo de prestação de um dado serviço ou de disponibilização de um produto.

É evidente que com a redução do tempo se aumenta o valor e se consegue maior qualidade do serviço prestado e logo, a respetiva sustentabilidade.

Pela redução do tempo, realizam-se operações mais adaptadas e adequadas à procura, com o acréscimo do valor assim obtido.

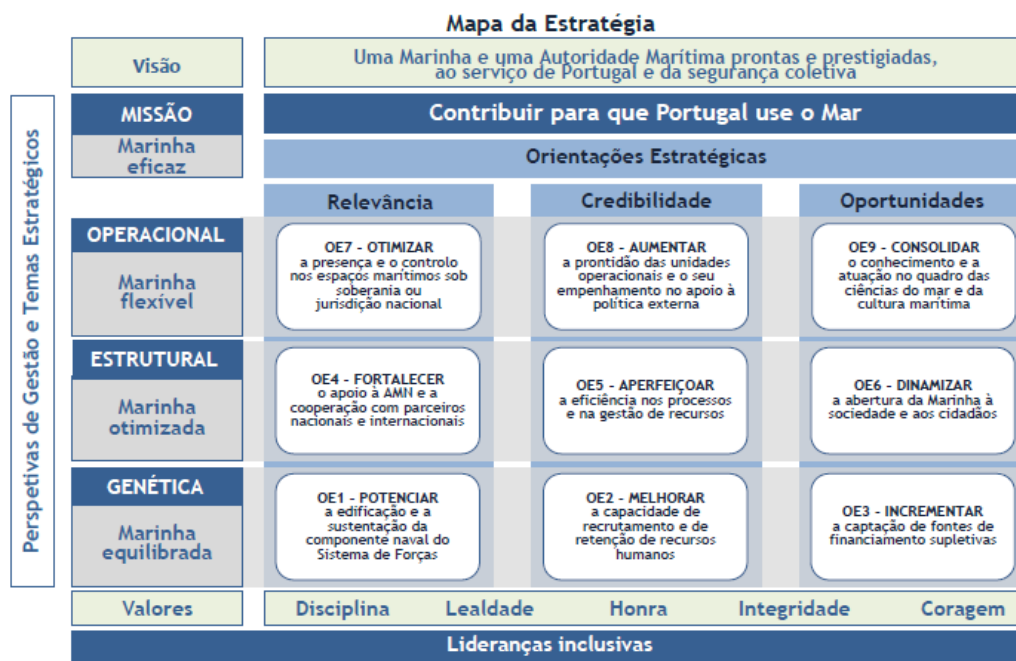
## **2.4. Instrumentos de Gestão**

Foram selecionados dois dos principais instrumentos de gestão que são o Orçamento de Marinha e o Plano de Atividades, de seguida abordados.

### **2.4.1. Orçamento de Marinha**

A administração direta do Estado integra todas as entidades, sejam órgãos, serviços ou agentes sob dependência hierárquica do Governo e que desenvolvem uma atividade tendente à satisfação das necessidades coletivas (Pinto, Santos, & Melo, 2013).

A Marinha como ramo das Forças Armadas, é dotada de autonomia administrativa, que se integra na administração direta do Estado, através do Ministério da Defesa Nacional (MDN), segundo o artigo n.º 1 da LOMAR. Como tal, todo o seu funcionamento depende da existência de um orçamento prévio. A Marinha rege-se pela Lei de Enquadramento Orçamental, *“onde são estabelecidos os princípios e as regras orçamentais aplicáveis ao setor das administrações públicas”* e ainda *“o regime do processo orçamental, as regras de execução, de contabilidade e reporte orçamental e financeiro, bem como as regras de fiscalização, de controlo e auditoria orçamental e financeira respeitantes ao perímetro do subsector da administração central e do subsector da segurança social”*. Segundo a Lei Orgânica da Marinha, o Chefe do Estado Maior da Armada (CEMA) é responsável pela administração financeira e patrimonial da Marinha. Como tal, este deve estabelecer no seu mandato as orientações estratégicas para a organização, vertidas na Diretiva de Planeamento de Marinha (DPM).



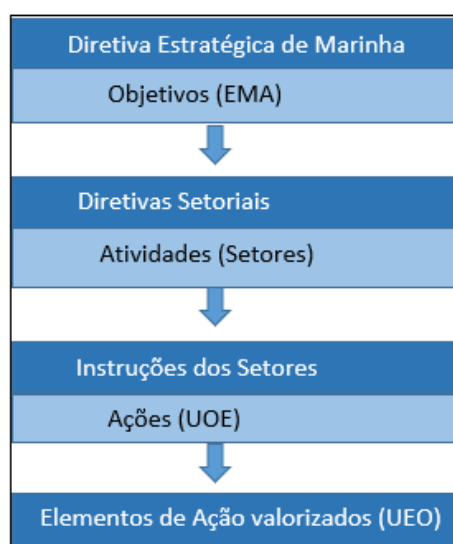
**Figura 6** - Objetivos estratégicos na DPM 2018

O processo de elaboração do Planeamento Orçamental da Marinha, pressupõe a elaboração do Plano de Atividades, desenvolvendo-se para isso em três fases distintas:

1. Cada Unidade, Estabelecimento ou Órgão elabora o seu plano de atividades e planeamento orçamental;
2. A Direção de Administração Financeira reúne todas as propostas e formula bases para a Proposta Orçamental da Marinha;
3. Por fim, é emitida uma proposta orçamental dos ramos, a submeter ao Ministério da Defesa Nacional.

### 2.4.2. Plano de Atividades

*“O Plano de Atividades constitui uma peça fundamental da Gestão Estratégica da Marinha, na medida em que estabelece as opções e as prioridades de referência para o desenvolvimento das ações e investimentos a realizar”* (Superintendência do Material, 2020). Assim, o Plano de Atividades é um documento de gestão essencial para a correta tomada de decisão e um referencial para a elaboração da Proposta Orçamental. O plano de atividades é constituído por uma parte comum que abrange a atividade deste setor da Marinha, detalhando a atividade específica de cada unidade, estabelecimento ou órgão. (Superintendência do Material, 2020). A (figura 7), que se segue, explica o processo de elaboração do Plano de Atividades na Marinha.



**Figura 7** - Processo de elaboração do Plano de Atividades. Fonte: Diretiva Setorial de Marinha.

Contudo, o plano de atividades, neste caso o do Comando Naval (COMNAV), resume o planeamento de missões para o ano seguinte, o qual irá dar origem ao orçamento atribuído para combustíveis e lubrificantes. Desta forma surge a dotação (teto máximo de despesas) de combustíveis e lubrificantes para os navios, depois de aprovado o orçamento. É através do COMNAV em colaboração com a Direção de Abastecimento, como organismo abastecedor, que se distribui as dotações para cada navio da esquadra conforme as missões previstas no Plano Operacional Naval (PLANOPNAV).

### 3. Modelação e simulação para validação de hipóteses

O Pensamento Sistêmico reflete uma certa sensibilidade para a subtil conectividade que confere aos sistemas o seu carácter único. Na mesma perspetiva de Senge (1990), o pensamento sistêmico é um ativo que não deve ser menosprezado numa *learning organization*<sup>5</sup>, porque é um método que torna a visualização dos processos, no geral simples de interpretar e, por conseguinte, facilita a identificação de fatores críticos à organização. Pois as organizações estão atualmente cada vez mais complexas no que se refere ao *business process* referido na subsecção 2.3.

Pela tamanha complexidade em gerir os processos, muitas organizações optam hoje em dia pelo pensamento sistêmico. Por seu turno Senge (1990), refere que *“pela primeira vez na história, onde a humanidade tem a capacidade de criar muito mais informações do que qualquer um pode absorver. Estamos numa era em que se pode promover interdependência maior do que a que qualquer um pode manusear, e o célere das mudanças acompanhando o desenvolvimento tecnológico”*. Isto é, com o avanço da tecnologia há muitos processos em curso dentro da organização ao mesmo tempo, o que implica complexidade, e o desenho desses processos com simuladores facilita compreender como podem ocorrer vários comportamentos como a resiliência da cadeia de abastecimento, fenómenos de riscos e sua mitigação; tudo para o melhor desempenho e fácil controle da informação.

O pensamento sistêmico consiste numa abordagem para ver as "estruturas" subjacentes a situações complexas e para discernir vantagens competitivas devido a brusca mudança de alavancagem. Para Senge (1990) *“a complexidade pode facilmente permitir lacunas na confiança e na responsabilidade”* visto que na presente era digital o sistema é dependente tanto de fatores endógenos como exógenos.

---

<sup>5</sup> *Learning organization* são organizações cujos membros estão constantemente a adquirir, reforçar, criar novos conhecimentos, isto é, a capacidade de inovar pensando no futuro da mesma. Senge (1990) define cinco componentes base para caracterizar organizações que aprendem, a saber: I. Análise dos Sistemas inteligentes; II. Formação, desenvolvimento e domínio pessoal; III. Compreensão dos modelos mentais que orientam a organização. IV. Visão partilhada entre os membros da organização; e V. Aprendizagem e trabalho em equipa.

Ao lidarmos com a complexidade em termos práticos, utiliza-se infraestruturas automatizadas que procuram interligações entre elas de modo a facilitar o trabalho em todas as áreas de negócios ou de exploração.

### **3.1. Aplicação da digitalização de processos na elaboração do simulador**

A digitalização de processos de negócio leva em geral, à agilização dos mesmos, com impacto na redução global dos seus tempos de execução.

Um modelo de simulação deve prever variáveis que possam conter valores que reflitam o maior ou menor tempo de execução de atividades do processo de fornecimento de combustível, designadamente:

- a) A leitura mais ou menos expedita, (e.g. com sensores IOT) dos níveis dos depósitos de combustível para desencadear os pedidos de combustível;
- b) A maior ou menor rapidez no processamento administrativo dos pedidos por parte do cliente (a Marinha). Aqui podem-se prever atalhos nos processos de autorização;
- c) A maior ou menor rapidez no processamento administrativo dos pedidos por parte do fornecedor. Com isso pode-se prever adiantamentos que reduzam o processo burocrático e as esperas por determinadas autorizações;
- d) A maior ou menor rapidez na satisfação dos pedidos por parte do fornecedor. Um planeamento de necessidades facultado ao fornecedor com antecedência.

Para concluir, considerados os fatores acima, estar-se-á a contribuir para a otimização da cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil* na Marinha Portuguesa, o que torna eficiente o desempenho das suas atividades visto que a operacionalidade dos navios depende da disponibilidade do combustível.

De salientar que as atividades supracitadas não são as mais críticas para a cadeia de abastecimento, sendo que, também devem ser consideradas para o melhor

desempenho organizacional. Foram identificadas por observação e entrevistas a pessoas ligadas ao abastecimento de combustíveis na Marinha.

### **3.2. Construção de um simulador de gestão da cadeia de abastecimento**

Para a geração dos cenários desenhados no capítulo 4 modelou-se a cadeia de abastecimento com recurso a um simulador de *System Dynamics* para melhor interpretação dos resultados. Recorreu-se ao software *VENSIM PLE* desenvolvido pela *Ventana Systems Inc.* A escolha deste software deve-se ao fato de ser bastante divulgado, e os resultados de simulação apresentados numa forma de fácil interpretação.

Com recurso a simulação é então possível escolher as estratégias que melhor atendam aos objetivos eleitos. Estes modelos ajudam a quantificar custos e ganhos de desempenho do sistema, para que a tomada de decisões no âmbito de sistemas complexos seja mais informada, explorando e verificando as respostas às hipóteses ou políticas alternativas.

Na construção dum modelo dum sistema complexo, a seleção da informação do sistema real é importante, mas não deve ser encarada como um fim em si próprio. De acordo com Forrester (1971, p. 17), *System Dynamics* utiliza níveis e fluxos como blocos construtivos com uma lógica fundamental. Os diagramas assim construídos designam-se por diagramas de níveis e fluxos, também designados por diagramas de Forrester, em homenagem ao seu criador.

Os modelos de *System Dynamics* são ferramentas poderosas para ajudar a compreender e aproveitar as inter-relações de *feedback* em sistemas complexos. Os modelos oferecem uma metodologia operacional para apoiar a tomada de decisão (Forrester, 1961; Sterman, 2000). Os decisores podem usar os modelos para testar cenários, alterando pressupostos e valores de parâmetros de decisão no simulador, explorando o que poderia acontecer numa simulação ("*what-if*"), sob uma variedade de diferentes pressupostos, tomando melhores decisões sobre as alternativas disponíveis.



*System Dynamics* é baseado na teoria da não linearidade dinâmica e controlo de *feedback* desenvolvida na matemática, físicas e engenharias. A aprendizagem com *System Dynamics* é difícil por causa da variedade das restrições na estrutura que distorcem o processo do *feedback* requerido para o estudo do acontecimento.

O propósito do desenvolvimento de um simulador é mostrar que através da digitalização de processos podemos reduzir potenciais fenómenos de *bullwhip*, além de identificar os pontos críticos na cadeia de abastecimento, e propor medidas de solucioná-los, gerando vários cenários com diferentes quantidades e periodicidades de modo a adquirir maior conhecimento e entendimento na validação do modelo. Este simulador assume 360 dias como escala temporal máxima de simulação, dado que o orçamento também é estipulado para igual período.

Na perspetiva de Roberts (1983), os requisitos para a análise dos problemas complexos são o método e a estrutura a utilizar, e da organização do conhecimento em relação ao problema em estudo. Identificar os fatores importantes e que podem ser incluídos na análise, definir como se deve especificar a informação formal ou que é conhecida em dada organização a outras pessoas fora da mesma.

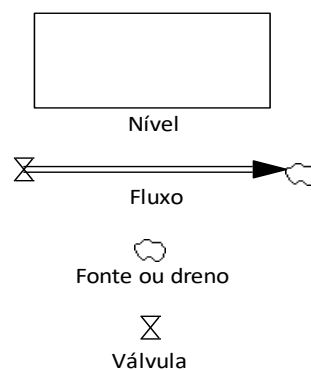
Partindo dos pressupostos sobre como as diferentes partes dum sistema complexo interatuam entre si, o simulador traça o comportamento do sistema ao longo do tempo, fazendo uso das relações matemáticas e seguindo as regras estabelecidas na descrição do modelo. O simulador salientará assim efeitos colaterais e não pretendidos, muitas vezes decorrentes de intenções supostamente corretas.

O objetivo final de qualquer teoria consiste na criação dum modelo representativo dum problema, que o permita explicar e compreender. Assim, ao invés de se utilizar modelos estáticos comparativos, que procuram explicar o comportamento dos sistemas, suportados em propriedades covariantes, *System Dynamics* por seu turno requer que a atenção seja focada nos mecanismos causais e não na covariação por si só. Assim sendo, o objetivo fulcral de *System Dynamics* é a compreensão das causas inerentes à estrutura, subjacentes ao comportamento dum sistema.

Um conceito relevante nas abordagens sistêmicas consiste no descobrir de pontos de alavanca<sup>6</sup> – pontos onde a atuação produz grande impacto no comportamento do sistema.

Utilizando apenas níveis e fluxos como unidades base de representação gráfica na construção dos Diagramas de Forrester, a estrutura do sistema consiste apenas destas duas entidades. Os níveis (*stocks*) representam as acumulações (integrações no tempo) no sistema e os fluxos, que são as variáveis responsáveis pela variação dos níveis.

Um nível acumula a quantidade líquida que resulta da ação dos fluxos no tempo, adicionando ou subtraindo-se assim a respetiva quantidade ao nível em questão. Os níveis dum sistema permitem descrever por completo esse mesmo sistema num determinado momento. Os níveis definem os estados e a ordem do respetivo sistema. A (figura 8) ilustra os símbolos normalmente encontrados nos Diagramas de Forrester:



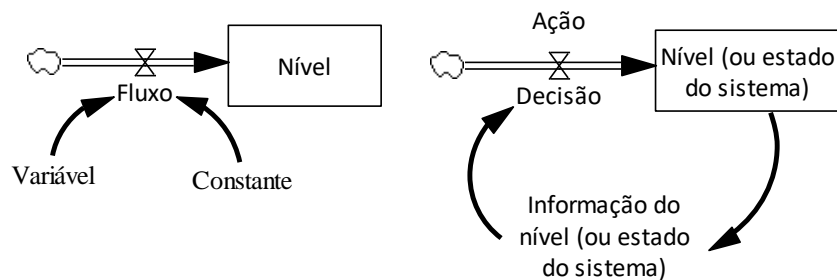
**Figura 8** - Elementos básicos num Diagrama de Forrester.

Pode-se identificar quatro elementos distintos quando se observa um diagrama de Forrester: (1) variáveis de estado (níveis), (2) variáveis de processo (fluxos), (3) variáveis auxiliares (conversores) e (4) conectores causais (setas), (Figura 9). As variáveis auxiliares servem para garantir uma consistência dimensional e estrutural. A

---

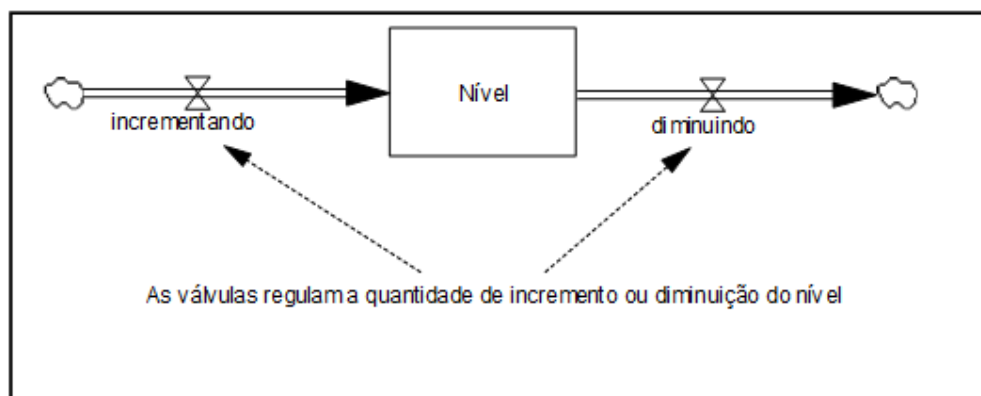
<sup>6</sup> Os pontos de alavanca também são designados por *Pontos de Arquimedes*, pois é-lhe supostamente atribuída a expressão: “*deem-me uma alavanca suficientemente grande e um ponto de apoio, que eu moverei o mundo*”.

título de exemplo, permitir uma mais detalhada relação de influências face a uma variável ação – fluxo – não invalidando a arquitetura de base. A lei fundamental da modelação em *System Dynamics* refere que “um nível apenas varia devido aos fluxos que lhe estão associados”



**Figura 9** - Formas básicas de estruturar um nível com o respetivo fluxo.

Todos os subsistemas que variam no tempo podem ser representados apenas por níveis e fluxos. Estes dois tipos de variáveis são necessários e suficientes para descrever o sistema. De uma forma genérica pode ter-se o sistema abaixo para um nível e respetivos fluxos:



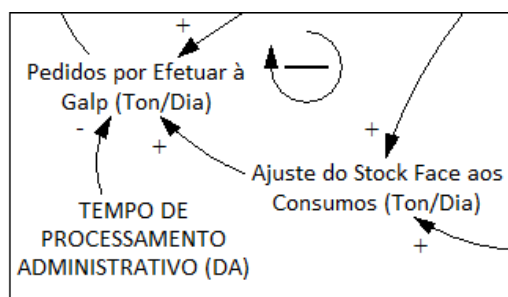
**Figura 10** - As válvulas<sup>7</sup> são os pontos de controlo nos Diagramas de Forrester.

Para a concretização dos objetivos pré-estabelecidos na geração das hipóteses e para a criação do simulador proposto elaborou-se a explicação dos três indicadores

<sup>7</sup> Estas “válvulas” são assim, os pontos do sistema onde se podem seleccionar diferentes políticas, com vista a tentar dirigir o sistema para diferentes futuros.

principais seguintes: **Pedidos por efetuar à Galp<sup>8</sup>, Ajuste do Stock face ao Orçamento de *Marine Gasoil* restante, Ajuste do Stock Face aos Consumos.**

Os **Pedidos por Efetuar à Galp** são proporcionais às quantidades entre o **Ajuste do Stock face aos Consumos** e as **Entregas de *Marine Gasoil***, tendo em conta o **TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO (DA)** (atraso administrativo - inerente ao atraso na tomada de decisão de adquirir ou não novas quantidades por parte dos decisores no contexto organizacional). Os sinais positivos na figura abaixo indicam que a variável de entrada influencia positivamente os pedidos, e o contrário quando o sinal é negativo. Por outras palavras, pode-se dizer que o **TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO (DA)** tem uma influência negativa para os pedidos a efetuar, isto é, quanto mais tempo para efetuar-se um pedido menor será a disponibilidade no *stock* total de *Marine Gasoil* (Figura 11).



**Figura 11** - Variável de decisão (Pedidos por Efetuar à Galp).

A condição modelada indica de que forma é tomada a decisão para se efetuarem novos pedidos à Galp, e é regida pela seguinte equação:

**Pedidos por Efetuar à Galp** = DELAY FIXED ((Entrega de *Marine Gasoil* + Ajuste do Stock Face aos Consumos), "TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO (DA)", 0).

<sup>8</sup> A Galp é um grupo de empresas portuguesas no setor de energia. É detentora da Petrogal e da Gás de Portugal, sendo hoje um grupo integrado de produtos petrolíferos e gás natural, com atividades que se estendem desde a exploração e produção de petróleo e gás natural, à refinação e distribuição de produtos petrolíferos, à distribuição e venda de gás natural e à geração de energia elétrica.

A função DELAY FIXED, é uma condição que evidencia que os “pedidos por efetuar à Galp”, dependem do somatório entre as variáveis **Entrega de *Marine Gasoil*** e o **Ajuste do Stock Face aos consumos** (necessidades correntes), considerando o **TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO (DA)**.

Quanto ao *Ajuste do Stock face aos Consumos*, este indica a taxa do nível do Stock desejado (o consumo constitui uma necessidade). Sendo a equação respetiva:

**Ajuste do Stock Face aos Consumos** = IF THEN ELSE ((Ajuste do Stock face ao Orçamento de MG restante)>=Consumo Corrente, Consumo Corrente, 0).

Esta variável auxilia na determinação de novos pedidos, subordinada à condição: Se o Ajuste do Stock face ao Orçamento de MG restante for maior ou igual à quantidade consumida, essa quantidade consumida constitui uma nova necessidade (um pedido por efetuar). Esta condição deve-se a que depois de ajustado o orçamento e se ter o conhecimento do **Orçamento Remanescente**, não se usa o remanescente no seu todo para se efetuar novas aquisições, isto é, as aquisições dependem das necessidades imediatas (figura 12).

Chama-se a atenção também para a variável - **Ajuste do Stock face ao Orçamento de MG restante** – informação que nos ajuda a determinar qual o orçamento disponível antes de se planear novas aquisições. Pode ver-se de seguida a equação que determina esta variável:

**Ajuste do Stock face ao Orçamento de MG restante** = Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG Restante - (*Stock Total de Marine Gasoil*)/TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES.



**Figura 12** - Variáveis de decisão (Ajustes face aos consumos e Face ao Orçamento de MG restante).

O tempo de leitura dos tanques é uma constante de tempo crítica, porque não se consegue ajustar o orçamento sem informação das disponibilidades no **Stock Total de Marine Gasoil**.

Para a elaboração do simulador mais completo conforme pode verificar-se na (figura 13), começou-se com um simulador de apenas um *stock* (**Stock total**), (apêndice A). A grande diferença que existe entre o simulador geral face ao inicial reside na robustez e mais resistência do simulador geral pelo acréscimo de componentes e algumas variáveis críticas à cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil* na marinha que inclui o fornecedor (Galp), a Direção de Abastecimento (órgão responsável pelo abastecimento de materiais) e o Comando Naval (Gestão de topo e fonte do orçamento para os combustíveis e outros materiais para o funcionamento da Marinha).

O simulador construído subdivide-se em dois blocos. O primeiro é referente ao *fluxo de combustível* e sua respetiva *estrutura*; estrutura essa, que depende de dois *stocks*. Relativamente aos níveis (*stock*), primeiro é ***Marine Gasoil por receber*** – quantidades solicitadas à Galp e que ainda não foram recebidas e pode contemplar também o combustível em trânsito. O Segundo, inerente ao ***Stock Total de Marine Gasoil*** na Marinha. E para que haja fluxo entre as quantidades por receber e o consumo do *Stock Total*, estão disponíveis variáveis de entradas e saídas que controlam ou regulam os fluxos. Salienta-se que nesse primeiro bloco temos um tempo de espera que pode provocar atrasos por parte do fornecedor, variável constante **TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP**.

O segundo bloco é inerente ao *fluxo de informação*, ou seja, toda a informação necessária para a gestão da cadeia de abastecimento, onde os **pedidos por efetuar à Galp** é a variável de *output* de informação para o *fluxo do stock*, a mesma está dependente do **TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO**, o que na sua essência é um atraso (*delay*) conforme já foi referido acima na descrição desta variável. Com isso, temos agora uma representação completa do simulador (figura 13).

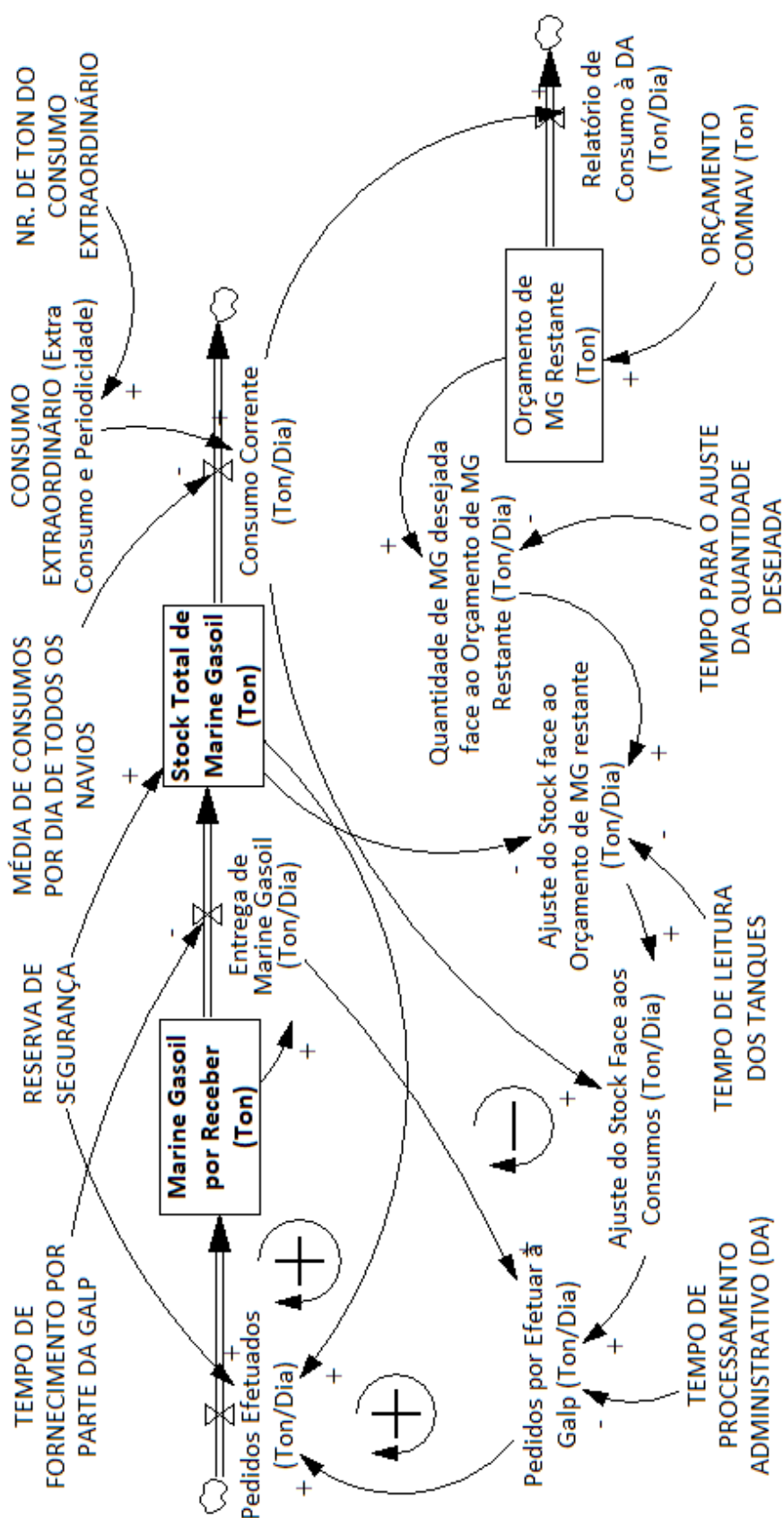


Figura 13 - Simulador System Dynamics. Fonte: elaborado pelo autor.





#### 4. Geração de cenários

Dentro das várias ferramentas que os gestores podem usar para o planeamento estratégico, o planeamento de cenários destaca-se pelas suas características ao abranger todo um panorama de possibilidades de forma mais detalhada (Schoemaker, 1995).

Por seu turno Schwartz (1991) para o desenho de cenários é preciso ter em consideração oito passos, “*steps*”, abaixo descriminados:

**Passo 1** – Identificar a questão ou decisão principal. É importante começar “*inside out*” em vez de “*outside in*”, isto é, começar com um problema específico ou uma decisão no contexto da própria organização. Na geração de cenários é indispensável pensar na influência que essa questão ou decisão irá gerar em torno da cadeia de abastecimento.

**Passo 2** – No segundo passo propõe a identificação de forças principais no ambiente local que influenciam no sucesso ou falha na decisão, relacionado com o interesse dos “*stakeholders*”.

**Passo 3** – Após identificar as forças principais é necessário elaborar a listagem de todas as linhas de ações no ambiente macro que influenciam as forças identificadas.

**Passo 4** – A classificação por importância e incerteza nos próximos fatores principais e tendências baseiam-se em dois critérios: i) o grau de importância para o sucesso no problema ou decisão em causa e ii) o grau de incerteza em torno destes fatores e tendências, ou seja, escolher uma tendência mais importante, por exemplo: reduzir o “*lead time*”, e uma incerteza importante que pode ser o fenómeno *Bullwhip*.

**Passo 5** – Selecionar cenários lógicos. O objetivo é levar a cabo apenas os cenários mais importantes pelos quais se tem visões diferentes e que irão levar a decisões diferenciadas e distintas.

**Passo 6** – Concretizar os cenários, enquanto que a força mais importante determinística da lógica os distingue uns dos outros. Ao concretizar os cenários pode-se retornar à lista de fatores fundamentais e tendências no passo dois e três.

**Passo 7** – Referente às implicações. Uma vez que os cenários são desenvolvidos com algum detalhe, ao pensarmos no primeiro “*step*”, deve ter-se em consideração as implicações futuras que a mesma poderá causar. Neste caso, estudam-se as vulnerabilidades que podem surgir com o passar do tempo, o que ajuda a tornar robustos os cenários ao identificar essas implicações antes que aconteçam.

**Passo 8** – Constitui o último “*step*”, que é a seleção dos principais indicadores do percurso histórico da organização. É fundamental saber qual dos cenários é mais próximo ao percurso histórico e como é que se desenrola atualmente. Por vezes a observância histórica é óbvia, especialmente para observar o desenvolvimento económico e a tecnologia digital.

Em suma, é com estes oito passos que se formulam vários cenários de uma forma sistemática e organizada. Para a presente dissertação são desenvolvidos oito cenários em torno do tema Otimização da Cadeia de Abastecimento de *Marine Gasoil*.

Listam-se de seguida os cenários considerados pertinentes. Cada cenário tem um nome simbólico de acordo com a metodologia de Schwartz (1991) para a conceção e desenho dos mesmos.

- **Cenário 1** – *Cenário base*

Este cenário consiste em verificar o comportamento da cadeia de abastecimento com os consumos médios e sem os atrasos (*delays*). Com isso, os navios enviam as suas necessidades através de pedidos de transferências à Direção de Abastecimento através da plataforma online SIGDN, e que a DA por sua vez reencaminha para a Galp. Esse processo pode levar três dias até que o combustível esteja nos tanques dos respetivos navios. Refere-se que esta política, de não acumulação de *stocks*, surge na sequência de reduzir a quantidade de dinheiro empatado. Os valores dos parâmetros de *input* para simulação são:

**Tabela 2** – Cenário Base.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 Ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 Ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	3 dias
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1.5 dias
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias

• **Cenário 2** - *Consumos médios com atrasos;*

No presente caso, além dos consumos médios iremos assumir atrasos que são os atrasos verificados nas variáveis que possuem unidades de tempo. Contudo, para este cenário em específico assumir-se-á um atraso apenas na variável **TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP**. Com parâmetros no quadro abaixo:

**Tabela 3** – Consumos médios com atrasos.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 Ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 Ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	5 dias.
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	2 dias
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	4 dias

• **Cenário 3** - *Consumo extraordinário com periodicidade mensal*

Ao descrever os cenários devemos observar as variáveis críticas ao modelo. Neste caso estamos a considerar que com a existência de uma missão não planeada (uma emergência), gasta-se mais combustível do que o normal, considerando que esse gasto irá refletir-se nos relatórios de consumo mensais através de impulsos (*Pulse train*) dentro da variável **CONSUMO EXTRAORDINÁRIO**. Veja-se os parâmetros de entrada na tabela a seguir:

**Tabela 4** – Consumo extraordinário com periodicidade mensal.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 Ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 Ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	3 dias.
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1.5 dias
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	40 Ton

- **Cenário 4**, *Consumo extraordinário a cada 2 meses*

Com intervalos de 2 meses há um consumo extraordinário, essa situação não é assim tão linear na realidade, portanto em simulação é apenas para a leitura dos resultados e o alcance da objetividade, que é verificar numa situação desta natureza como é que a Marinha poderia agir e quais seriam as consequências futuras no âmbito da cadeia de abastecimento. As referidas consequências podem afetar todos os cenários aqui gerados. Os valores dos parâmetros de *input* para simulação são:

**Tabela 5** – Consumo extraordinário a cada 2 meses.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 Ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 Ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	3 dias.
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1.5 dias
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	40 Ton

- **Cenário 5**, *Consumo extraordinário mensal com atrasos de informação*

Nesta situação verifica-se um consumo extraordinário mensal verifica-se um *atraso* de informação que poderá ser consequência do atraso na passagem de informação de leitura dos tanques ou atraso na tomada de decisão sobre quais as quantidades a adquirir e quando adquirir. Os gestores da organização devem agir de

forma rápida para evitar esses atrasos. É de salientar que as decisões na Marinha Portuguesa, estão dependentes dos Comandantes, Diretores ou Chefes. Temos de seguida a tabela correspondente ao presente cenário:

**Tabela 6** - Consumo extraordinário mensal com atrasos de informação.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 Ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 Ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	3 dias.
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	4 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1.5 dias
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	60 Ton

- **Cenário 6, Consumo extraordinário extremo**

Face ao exposto no cenário 4, agora temos uma situação em que se gasta combustível acima da média com missões não planeadas. Isso pode acontecer em casos de existir uma necessidade urgente em que a Marinha deve destacar unidades navais de contingência para responder com operações no mar com vários dias e vários navios a operar. Está-se a falar de um consumo extraordinário muito alto que exige um ajuste rápido das quantidades no *Stock total face ao Orçamento disponível*.

**Tabela 7** - Consumo extraordinário extremo.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	90 Ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 Ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	3 dias.
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1.5 dias
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	240 Ton

- **Cenário 7, Consumo extraordinário com delay de operação (TEMPO QUE A DIREÇÃO DE ABASTECIMENTOS DEMORA PARA EFETUAR O PEDIDO À GALP) e Consumo extraordinário com o impacto da digitalização de processos**

Uma vez afetada a organização por uma situação que se considere crítica à mesma, no presente caso os *delays* que podem causar *bullwhip* na cadeia de abastecimento. Recorre-se a uma solução imediata para eliminar tal desfasamento no fornecimento do material. Pode-se optar pela acumulação de *stock*, aumentar o *stock* de segurança ou a digitalização de processos que resumidamente consiste em automatizar as operações dentro da organização de modo a tornar célere os processos de aquisição dos bens ou serviços. Para se obter uma precisão dos resultados e resultados que validem ou anulem as hipóteses, neste cenário irá verificar-se duas situações, uma de consumo extraordinário com *delay* de operação e outra com o impacto da digitalização de processos com vista a reduzir os *delays* indesejáveis.

**Tabela 8** – Parâmetros que definem o Cenário 7.

	<i>Delay</i>	Impacto da Digitalização de Processos
MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 Ton/Dia	80 Ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 Ton	300 Ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	3 dias	2 dias
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias	1.5 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	3 dias	1.2 dia
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias	2 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	40 Ton	40 Ton

- **Cenário 8**, *Crise petrolífera (com 20 dias de atraso no fornecimento)*

No presente caso, está-se a simular um cenário em que há uma suposta crise de petróleo e os fornecimentos demoram muitos dias para serem realizados. É uma situação crítica e a Marinha deve estar ciente e preparada para responder a um problema desta natureza seja em tempos de paz ou de guerra. Além do atraso no fornecimento verifica-se também um consumo extraordinário em cada 2 meses.

**Tabela 9** - Crise petrolífera (com 20 dias de atraso no fornecimento).

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	300 ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	20 dias.
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1.5
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	160 ton

- **Cenário 9**, *Consumos médios com a redução da Reserva de Segurança*

Para a melhoria do desempenho na organização é indispensável optar-se pela minimização de custos, e reduzir dinheiro empatado com manutenção de *stocks* mínimos. Ou optar-se por operar com menores reservas enquanto se mantem o risco de rutura do *stock* debaixo de controlo. Neste cenário reduzir-se-á a reserva de segurança para observação e análise dos devidos efeitos na cadeia de abastecimento.

**Tabela 10** - Consumos médios com a redução da Reserva de Segurança.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	120 ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	3 dias.
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	2 dias
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1.5
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	3 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	40 ton



- **Cenário 10 - Digitalização de Processos extremo**

Neste cenário aplicam-se os conhecimentos sobre a gestão de processos de negócios para o desempenho da organização de forma mais eficiente. Estamos perante um cenário pelo qual a digitalização de processos é o foco principal, onde, o sistema funciona de maneira perfeita sem atrasos nos pedidos e muito menos nos fornecimentos. Supõem-se que há uma interação entre o cliente e o fornecedor através de uma plataforma online, sendo que, os pedidos são feitos e automaticamente atendidos nos prazos estabelecidos sem provocar efeitos de oscilações na cadeia de abastecimento. Os valores dos parâmetros de *input* para simulação são:

**Tabela 11** - Digitalização de Processos extremo.

MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS	80 ton/Dia
RESERVA DE SEGURANÇA	150 ton
TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP	1 dia
TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES	1 dia
TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO	1 dia
TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA	1.5 dias
CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)	40 ton (2meses)

**Tabela 12** - Síntese de todos os cenários

1	<b>Cenário 1</b> - Cenário base
2	<b>Cenário 2</b> - Consumos médios com atrasos
3	<b>Cenário 3</b> - Consumo extraordinário com periodicidade mensal
4	<b>Cenário 4</b> - Consumo extraordinário a cada 2 meses
5	<b>Cenário 5</b> - Consumo extraordinário mensal com atrasos de informação
6	<b>Cenário 6</b> - Consumo extraordinário extremo
7	<b>Cenário 7</b> - Consumo extraordinário com <i>delay</i> de operação e Consumo extraordinário com o impacto da digitalização de processos
8	<b>Cenário 8</b> - Crise petrolífera (com 20 dias de atraso no fornecimento)
9	<b>Cenário 9</b> - Consumos médios com a redução da Reserva de Segurança
10	<b>Cenário 10</b> - Digitalização de Processos extremo

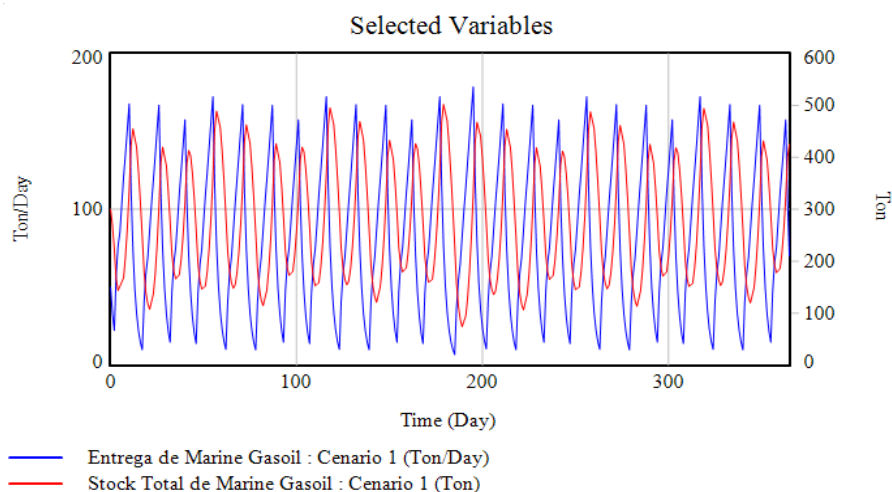
## 5. Resultados de simulação e Teste das proposições 1 e 2

De seguida, e para os cenários concebidos disserta-se sobre os resultados das respetivas simulações. Desde o Cenário 1 ao 10, cada cenário apresenta resultados ou informações úteis para a gestão da cadeia de abastecimento. Foi a partir destes resultados que foram extraídas conclusões para a validação das proposições.

- **Cenário 1** – *Cenário base*

A figura 14 apresenta os resultados de simulação com base nos pressupostos definidos para o Cenário 1, assente em consumos médios. Foram selecionadas para o estudo duas variáveis: **Entrega de *Marine Gasoil*** e **Stock Total de *Marine Gasoil***. As entregas controlam o fluxo de entrada de combustível e o **Stock Total de *Marine Gasoil*** o nível de combustível disponível nos reservatórios. Conforme os resultados, nas existências em **Stock Total de *Marine Gasoil*** não há quantidades nulas nem negativas. Logo, os tempos de fornecimento são cumpridos de forma eficiente e há um controlo efetivo no que diz respeito a gestão do fluxo do combustível (não há ruturas nem atrasos).

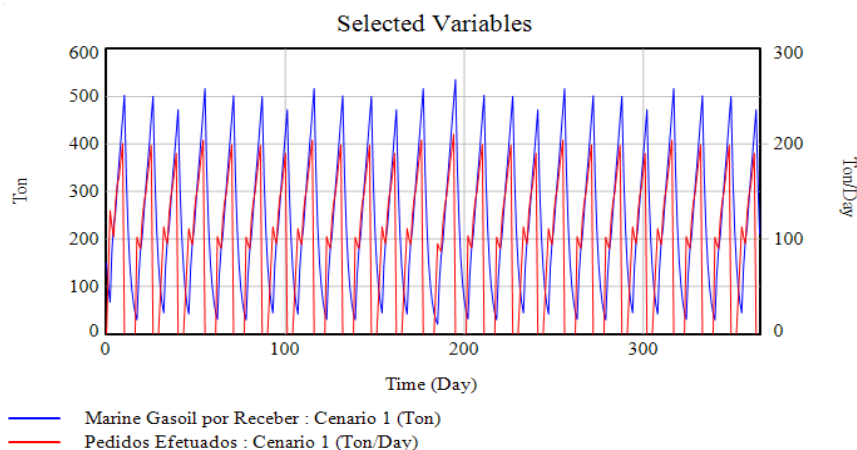
Em síntese, com o cenário base a cadeia de abastecimento funciona como um cenário próximo ao ideal (sem atrasos e sem oscilações que prejudiquem as atividades da organização). Para fazer-se uma leitura expedita dos resultados no gráfico o simulador indica com as grandezas Ton e Ton/Day as quantidades de combustível nas laterais e por baixo o horizonte temporal de 360 dias. Sendo que a escala de 0 a 200 Ton/Day na lateral esquerda representa a entrega de *Marine Gasoil* e a outra, de 0 a 600 Ton, na lateral direita representa o Stock total de *Marine Gasoil*.



**Figura 14** - Cenário 1 Cenário base (Entrega de *MG* e *Stock Total* de *MG*).

Em relação às quantidades solicitadas à Galp (***Marine Gasoil por Receber***) espera-se receber no âmbito deste cenário, quantidades até 600 Ton; variável influenciada pela diferença entre os **Pedidos efetuados** e a **Entrega de *Marine Gasoil***. A quantidade por receber pode ser menor que o pedido efetuado porque as entregas dependem da disponibilidade dos tanques, e enquanto não dispuserem de capacidade disponível para receber novas quantidades o combustível por receber fica em *stand by* na própria Galp (figura 15), ou seja, com o presente cenário há rotatividade do stock, além de acumulação do *stock*.

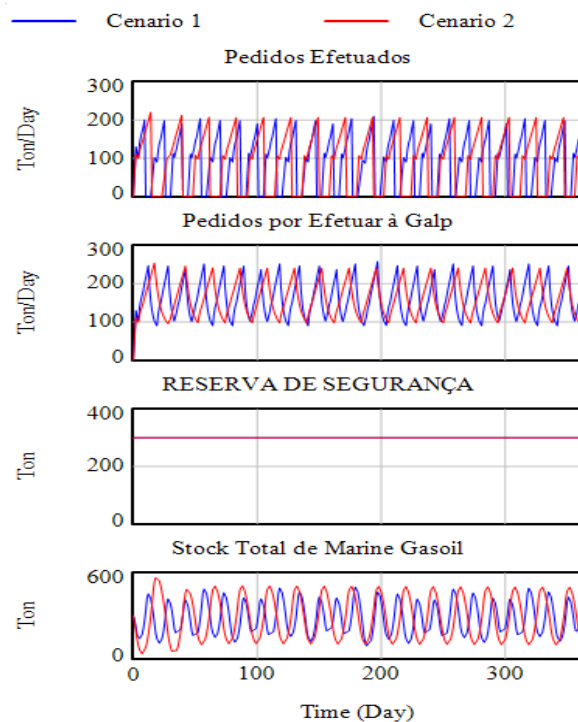
A quantidade máxima de **Pedidos Efetuados** é de apenas 200 toneladas visto que só se pode receber novas quantidades se o ***Stock Total de Marine Gasoil*** for consumido na quantidade igual ou superior ao pedido efetuado por cada tanque de *Marine Gasoil* dos dois tanques gerais. Analogamente, só se pode efetuar pedidos se o ***Stock Total de Marine Gasoil*** for menor ou igual à **Reserva de Segurança**, tal está por detrás da razão de se verificarem pedidos faseados e em menores quantidades na curva dos **Pedidos Efetuados**.



**Figura 15** – Cenário base (MG por Receber e Pedidos Efetuados).

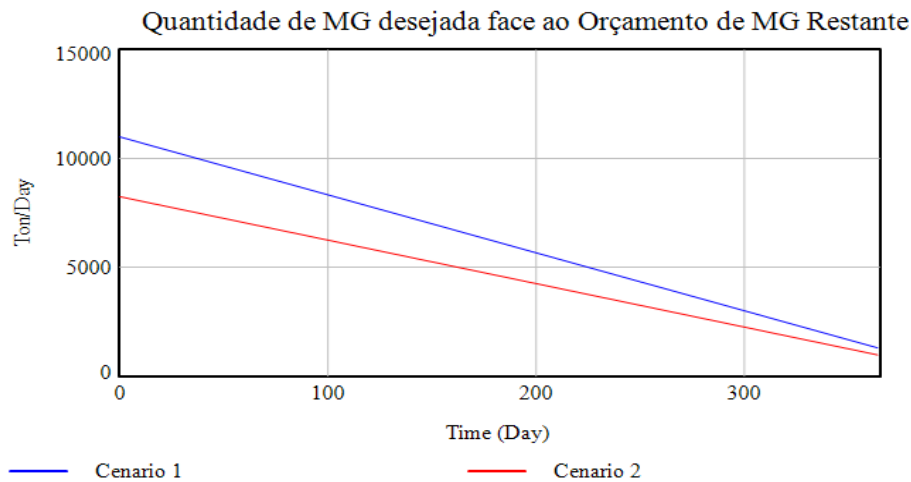
- **Cenário 2** – Cenário base, com atrasos

No presente cenário, verifica-se um atraso de 5 (cinco) dias onde já se nota um enorme pico negativo que faria com que também houvesse um pico elevado de recebimentos de combustível nos primeiros dias do ano, conforme pode verificar-se nos níveis de combustível no *Stock Total* de *Marine Gasoil* na figura 16. Com o atraso no fornecimento referido verifica-se um pico de 600 Ton e como o simulador foi elaborado com vista a permitir efetuar a otimização, a curva foi-se ajustando com o passar do tempo, o que implica, um equilíbrio entre o input e output para o *Stock Total* de *Marine Gasoil*. Numa outra perspetiva, pode-se afirmar que se está a gerir um *stock* congestionado no Cenário 2, provocado pelo atraso verificado em relação ao Cenário 1. Relativamente aos Pedidos Efetuados, houve a necessidade de se ajustar, pelo desfasamento de 2 (dois) dias. Tempo não previsto porque a constante de tempo normal é de 3 (três) dias com o cenário base e sem atrasos no fornecimento. Em suma, salienta-se que no presente cenário já é notável a acumulação de stock provocado pelo atraso. Nos cenários seguintes ir-se-á introduzir a digitalização de processos com vista a reduzir atrasos.



**Figura 16** - Cenário 2 (Pedidos Efetuados, Pedidos por Efetuar, Reserva de Segurança e o *Stock* Total de *Marine Gasoil*).

No respeitante à **Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG Restante**, para o cenário em alusão (figura 17), a quantidade de combustível ajusta-se para cinco dias (tempo do atraso). Tal é devido à necessidade de manter os navios abastecidos ou estabelecer prioridades, caso durante este período exista necessidade dum abastecimento urgente em grande escala, enquanto se procura solucionar o problema do atraso. Basicamente é um controlo administrativo frequentemente, a verificar de modo a ter-se a noção do orçamento remanescente face ao planeamento e ajuste de novas aquisições e soluções relativamente a atrasos mais longos no fornecimento.

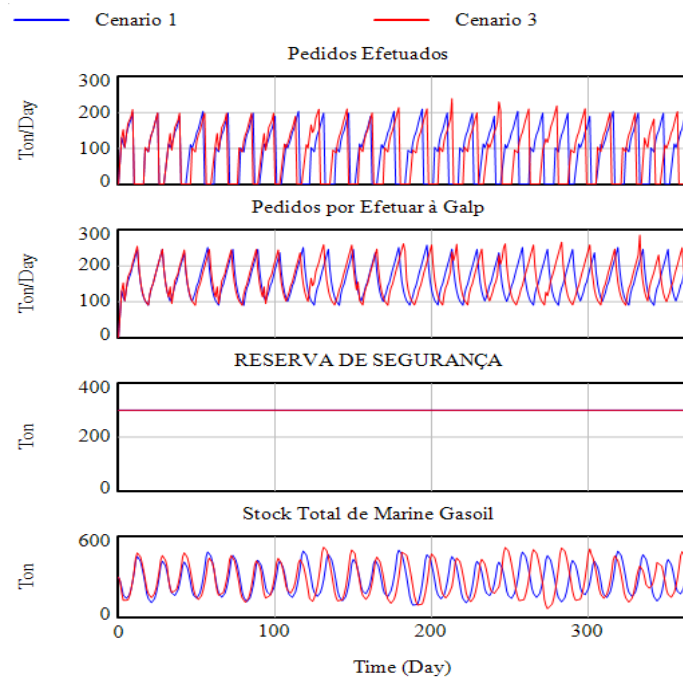


**Figura 17** - Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG Restante.

Em resumo, neste cenário foi notório um ligeiro congestionamento de *stock* verificado no **Stock Total de Marine Gasoil**. De igual modo, para a **Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG Restante**, nota-se que quanto mais atraso, menos será a quantidade a ser ajustada (menos será o **stock total de Marine Gasoil**), porque há consumos diários de combustível (figura 17). O propósito deste cenário é ilustrar o surgir do *Bullwhip*, o qual pode ser melhorado com a introdução da digitalização de processos.

- **Cenário 3** - Consumo extraordinário com periodicidade mensal

Com um consumo extraordinário de 40 Ton, com periodicidade mensal, pode verificar-se que em cada mês há um pico no consumo de combustível, o que faz aumentar os consumos correntes. Situações destas, exigem reforço orçamental para colmatar as despesas não esperadas e não contempladas no orçamento com combustíveis em curso (naquele ano). No caso da (figura 18), ilustram-se dois cenários, dos quais, o Cenário 1 reflete consumos médios conforme vimos na (figura 14), e em comparação está o Cenário 3 referente a consumo extraordinário mensal. Face ao exposto, (figura 18) pode verificar-se os comportamentos respetivos:



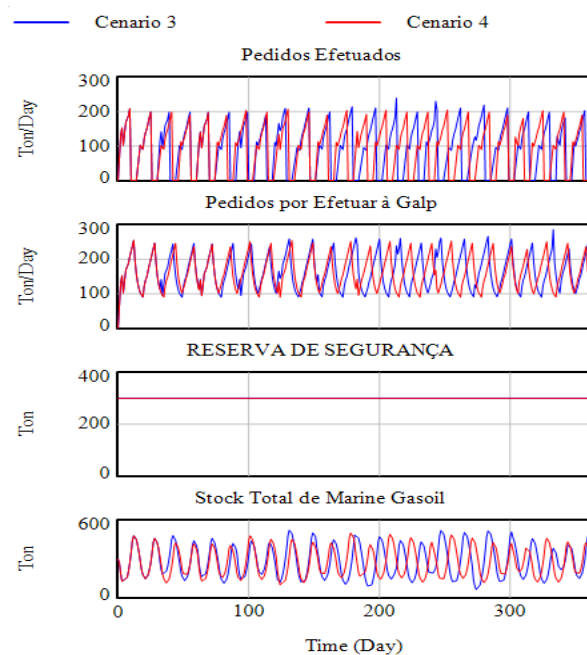
**Figura 18** - Cenário 3 (Pedidos Efetuados, Pedidos por Efetuar à Galp, Reserva de Segurança Stock Total de MG).

Assim, no *Cenário 3* o número de pedidos aumentou em comparação com o *Cenário 1* (consumos médios), devido aos consumos extraordinários ocorridos. Relativamente ao ***Stock Total de Marine Gasoil***, verifica-se um equilíbrio ligeiro entre as quantidades que saem face às que entram, razão pela qual não houve grandes alterações nas curvas em ambos os cenários, para além de discrepâncias em alguns dias. Por exemplo, o caso em que no cenário 1 e em dado dia recebeu combustível, enquanto que no cenário 3 tinha níveis baixos de existências; factos que se ocorressem, a organização efetuaria o ajuste das quantidades de modo a efetuar novos pedidos. Novamente verifica-se o fenómeno *Bullwhip* na cadeia de abastecimento.

Decorrente dos fatos acima, é de salientar que não só os atrasos ou tempos de espera podem provocar oscilações na cadeia de abastecimento, como também, consumos não previstos no orçamento podem distorcer as quantidades face ao planeado no princípio do ano (relativamente ao orçamento), provocando oscilações no ***Stock Total de Marine Gasoil*** e ainda no ajuste do orçamento. Assim, comprova-se que as simulações com modelos *System Dynamics* ajudam a concertar estratégias.

- **Cenário 4** Consumo Extraordinário a cada 2 meses

Em comparação com o cenário 3, o consumo extraordinário a cada 2 meses no Cenário 4, também tem um impacto nos custos, o que pode conduzir ao aumento da dotação com os combustíveis (reforço orçamental). A média de consumos por dia mantém-se nas 80 Ton, exceto nos meses e dias em que se verifica o consumo extraordinário. No cenário 3 consome-se mais, conforme pode ver-se nos gráficos resultantes de simulação. Há muitas oscilações no cenário 3 devido a dificuldades no ajuste de quantidades, inerentes à tomada de decisões de acerto das quantidades face aos consumos verificados. Para concluir, ambos os cenários contribuem para se perceber o comportamento da cadeia de abastecimento face aos consumos extraordinários e as medidas a serem tomadas para colmatar tais quantidades.

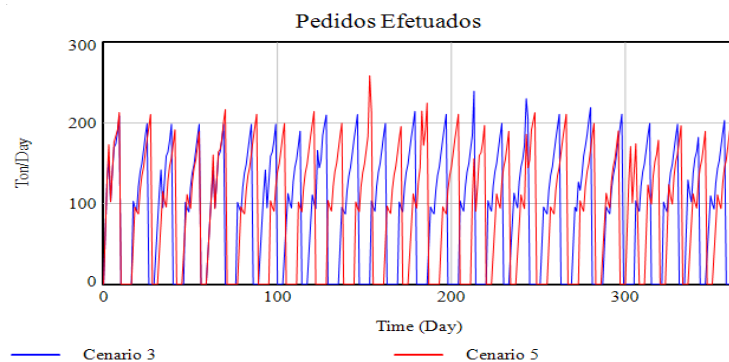


**Figura 19** – Cenário 4 (Pedidos Efetuados, Pedidos por Efetuar à Galp, Reserva de Segurança e Stock Total MG).



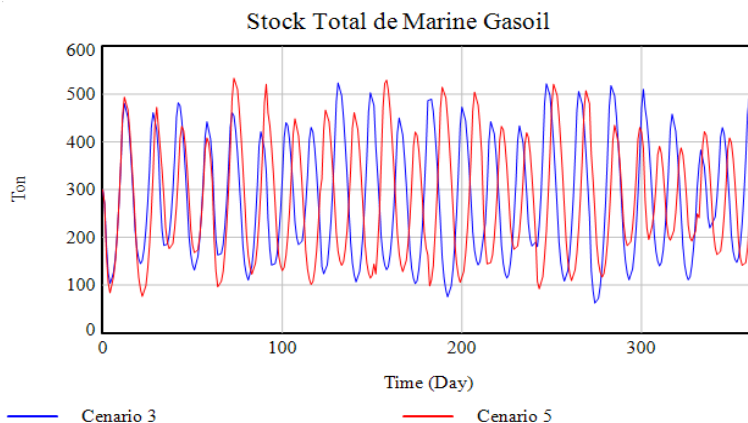
- **Cenário 5** Consumo extraordinário mensal com atraso de informação.

Em relação aos **Pedidos Efetuados**, com o atraso da informação 4 (quatro) dias ao invés de 2 (dois) dias que é o tempo normal para a leitura dos tanques, verificou-se uma subida ligeira nos pedidos, porque o atraso provocou informação de mais consumo e efeito de oscilações.



**Figura 20** - Cenário 5 (Pedidos Efetuados).

Portanto, tais oscilações devem ser corrigidas e otimizadas com o passar do tempo, contribuindo assim para aumentar a resiliência na cadeia de abastecimentos.

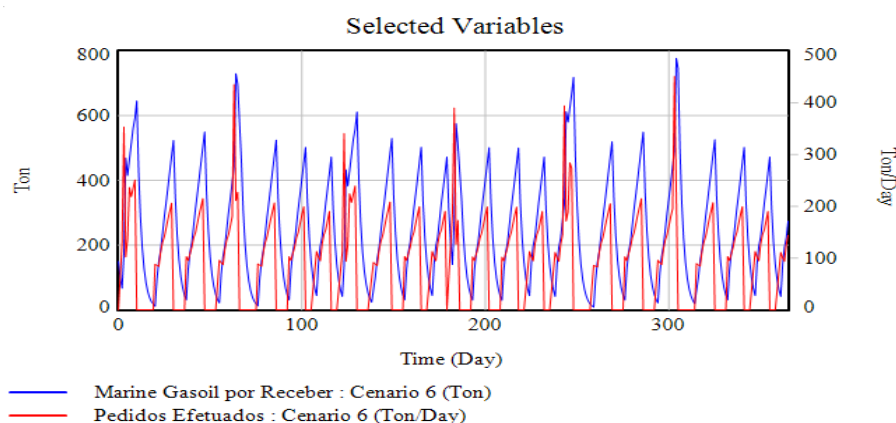


**Figura 21** - Cenário 5 (Stock Total de Marine Gasoil).

Respetivamente ao **Stock Total de Marine Gasoil** podemos notar analogamente alguns picos, mas em dias diferentes, em ambos os cenários provocados pelo atraso da informação, o que também sugere o atrasar de todo o processo de planeamento de novas aquisições.

- **Cenário 6**, *Consumo extraordinário extremo a cada 2 meses*

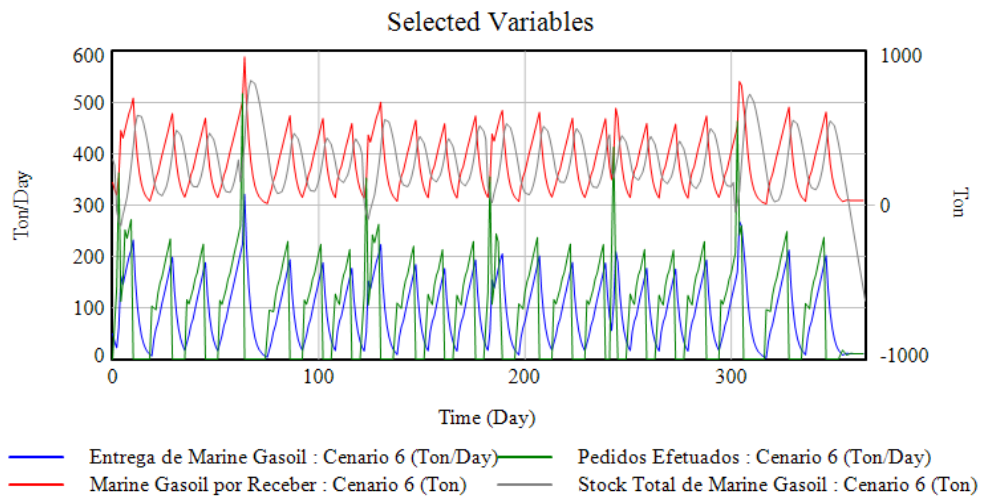
Apresenta-se neste Cenário, uma situação em que a organização tem que estar atenta aos consumos de modo que se tenha sempre disponibilidade do combustível apesar dos níveis elevados de consumos. Portanto, como pode-se observar nas curvas, em alguns casos pede-se quantidades altas e noutras não, consoante a disponibilidade financeira (figura 22).



**Figura 22** - Cenário 6 (*Marine Gasoil* por Receber e Pedidos Efetuados).

Existem oscilações que se verificam no **Stock Total de *Marine Gasoil***, devido ao nível de aquisição (***Marine Gasoil por Receber***) estar sempre a oscilar. Os pedidos efetuados são maiores que as entregas porque as entregas são efetuadas 3 (três) dias depois de efetuado o pedido ao fornecedor (figura 23). Também só se podem efetuar entregas nas condições em que os tanques tenham capacidade para receber novas quantidades ou quando o **Stock Total de *Marine Gasoil*** for igual ou inferior à **Reserva de Segurança**.

Em suma pode-se afirmar que, com o consumo extraordinário extremo há *Bullwhip* na cadeia de abastecimento. Como noutros cenários semelhantes, pode ser útil recorrer-se à digitalização de processos para amenizar ou otimizar tais oscilações ao longo da cadeia de apontando para a otimização das curvas de procura.

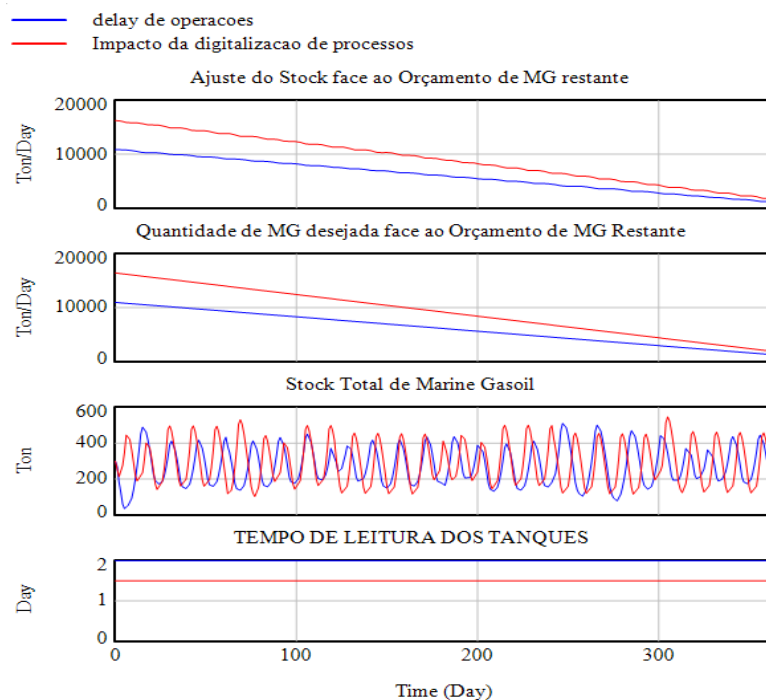


**Figura 23** - Cenário 6 (Entregas, Recebimentos, Pedidos Efetuados e *Stock* Total de MG).

- **Cenário 7** Consumo extraordinário com *delay* de operação (*TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO DA*) e impacto da digitalização de processos.

Para o estudo e análise do presente cenário foi selecionada a variável **Ajuste do *Stock* Face ao Orçamento de MG restante** (Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG restante – *Stock* Total de *Marine Gasoil*). Ocorrido o consumo extraordinário de periodicidade mensal e com *delay* de operação subjacente ao controlo interno do processo de aquisição, com a digitalização de processos há um remanescente maior em relação ao processo com *delay*, isto é, com a redução do tempo de espera tem-se sempre quantidades mais próximas das desejadas.

Relativamente ao **Stock Total de Marine Gasoil** nota-se que quanto mais for o tempo de espera está-se a consumir mais, logo, a curva com *delay* o gráfico do **Stock Total de Marine Gasoil** se verifica uma representação de quantidades menores e com a digitalização as quantidades aumentam (figura 24).

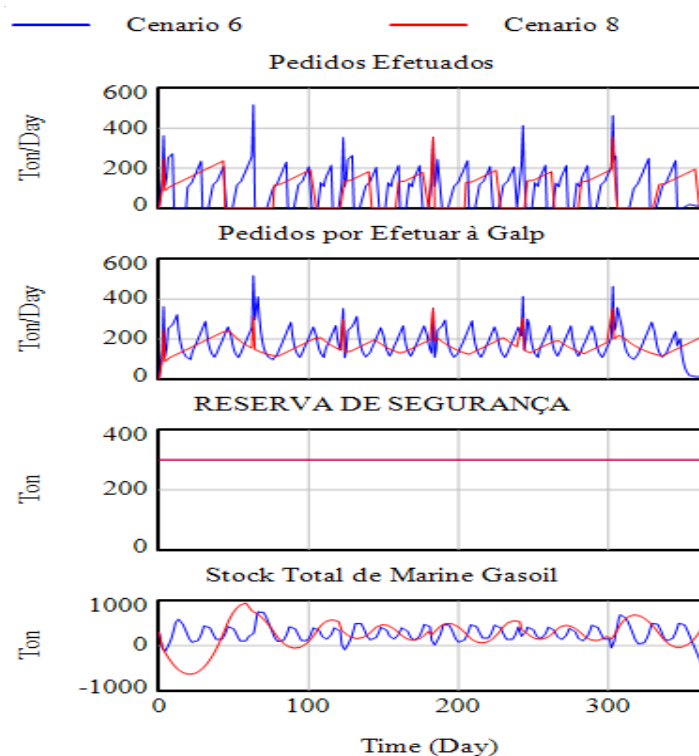


**Figura 24** - Cenário 7 (*Delay* de operações e *Impacto* da digitalização de processos).

Relativamente ao próprio *delay* que é a variável (TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO), teve uma redução de 3 para 1.2 dias como medida de melhorar o desempenho das operações dentro da organização. Desta forma, conclui-se que a digitalização de processos (tornar os processos de negócio digitais) ou então, aumentar a automação de processos complexos, é uma mais valia a ser implementada para o melhor desempenho e otimização do fluxo de produtos na cadeia de abastecimento. O presente cenário, valida os pressupostos definidos nas duas hipóteses - a digitalização de processos permite reduzir os atrasos e a redução dos atrasos permite diminuir oscilações e instabilidades na cadeia de abastecimento, tornando-a mais resiliente.

- **Cenário 8, Crise petrolífera (com 20 dias de atraso no fornecimento)**

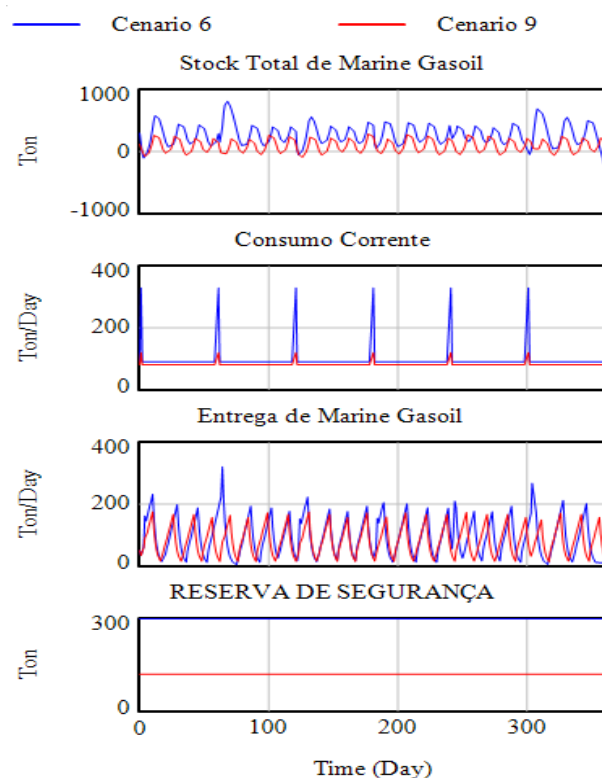
Conforme pode verificar-se no gráfico (figura 25), os pedidos efetuados que representam a taxa de aquisição para o Cenário 8, a curva ilustra quantidades menores em relação ao Cenário 6 (*Consumo extraordinário extremo a cada 2 meses*) porque com a suposta crise petrolífera verifica-se um atraso no fornecimento de 20 (vinte) dias, tempo pelo qual não se efetivou nenhum pedido, tendo impacto na quantidade de combustível por receber. Entretanto, no **Stock Total de Marine Gasoil**, devido ao atraso verificado tem-se a curva com valores negativos logo no início, a qual é otimizada ao longo do tempo. Os valores “negativos” representam a quantidade que devia estar disponível de modo a ser consumida o que não se verificou, o que provoca de seguida um pico muito alto nas entregas, fazendo subir a curva do **Stock Total de Marine Gasoil** provocando *Bullwhip* na cadeia de abastecimento conforme ilustra-nos a (figura 25).



**Figura 25** - Cenário 8, Crise petrolífera com 20 dias de atraso no fornecimento.

- **Cenário 9**, *Consumos médios com a redução da Reserva de Segurança*

Em comparação com o Cenário 6 (*Consumo extraordinário extremo*), o Cenário 9 encontra-se a operar com reservas menores a as curvas do **Stock Total de Marine Gasoil**, encontram-se em equilíbrio, isto é, sem maiores oscilações. O que implica dizer que há menos capital empatado e facilmente se ajusta o *stock*. Contudo, no *Stock Total de Marine Gasoil* há dias em que as quantidades são negativas, o que significa que numa situação real pode não haver combustível nesses dias. Uma vez que o simulador nos ajuda a visualizar acontecimentos futuros, com isso podemos aumentar as quantidades que irão fazer falta nos dias identificados. Com este modelo temos uma ferramenta de apoio à decisão porque na medida em que já se conhecem os dias em que haverá falta de combustível pode-se aumentar a reserva de segurança naquele mês e na respetiva quantidade.



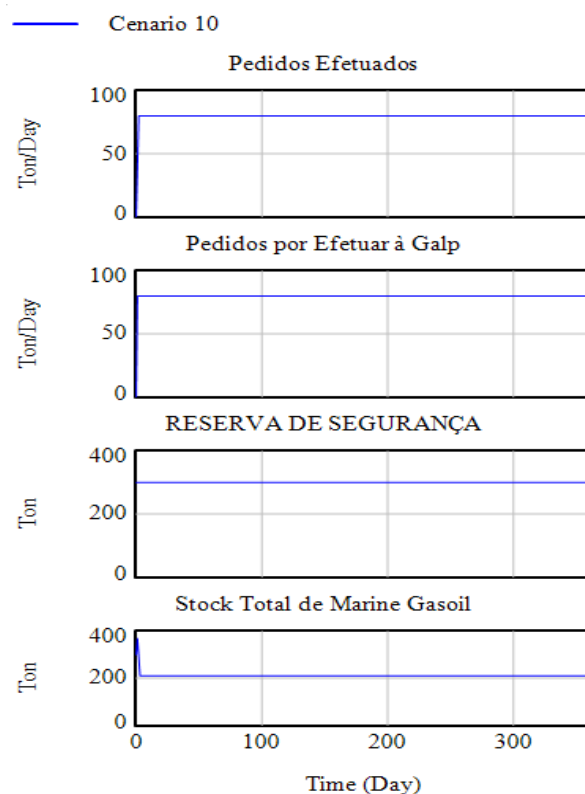
**Figura 26** - Cenário 9 (*Consumos médios com a redução da Reserva de Segurança*).

Em síntese, este cenário mostra que a operar-se com os pressupostos definidos para o mesmo, não se conseguem manter os níveis desejados no **Stock Total de Marine**

**Gasoil**, isto é, há rutura do *stock* provocado pela redução excessiva da reserva de segurança cuja quantidade definida foi de 300 Ton, e para este cenário em particular 120 Ton.

### Cenário 10 - Digitalização de Processos Extremo

Como pode-se observar, numa situação em que a organização (Marinha) opte pela digitalização de processo com vista à otimização dos tempos de espera para realização das suas atividades através da automação das mesmas, tem-se um atenuar das oscilações na cadeia de abastecimento. Opera-se com quantidades mais desejáveis e haveria sempre *Marine Gasoil* disponível. O **Stock Total de Marine Gasoil** dispõe dum mínimo de 20 Ton e nunca vai a zero o que implica que o **Stock de Reserva** se encontra otimizado, isso exige o tal controle do *stock* de baixo controlo (figura 27).



**Figura 27** – Cenário 10 (Pedidos *efetuados* e por efetuar à Galp, Reserva de segurança e *Stock* Total).

Por fim, com a digitalização de processos extrema, o que inclui a internet das coisas (IOT), tornando os processos de negócio digitais, eliminam-se os atrasos, os desfasamentos (ruptura ou acumulação do *stock*), e são validadas as duas proposições geradas para os objetivos desta dissertação. A primeira, a digitalização de processos permite reduzir atrasos na cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil* e a segunda, a redução dos atrasos na cadeia de abastecimento permite reduzir instabilidades na mesma. Uma vez que um dos objetivos do presente estudo é a observação do fenómeno *Bullwhip* mediante inspeção dos resultados das simulações, é de salientar que não se verificou efetivamente *Bullwhip* em todos os cenários gerados. No cenário 8 é onde pode-se verificar *Bullwhip* provocado com um atraso no fornecimento de 20 dias. Portanto, nos restantes cenários verifica-se uma tendência de *Bullwhip* que rapidamente é eliminada pela redução dos tempos de processamento de pedidos, de leitura dos tanques e de ajustes de stocks. Contudo, tanto o *Bullwhip*, como a digitalização de processos tiveram efeitos nos cenários criados. A cadeia de abastecimento mostra-se resiliente na medida em que apenas em alguns cenários há stocks negativos que podem ser solucionados com o reforço da dotação de combustíveis solicitado o COMNAV.

### **5.1. Teste de Proposições**

Para a validação das proposições avançadas no âmbito do presente estudo, foram considerados, em particular, os cenários 7 e 10 onde no Cenário 7 se verifica como é que um atraso influencia o comportamento da cadeia de abastecimento, e como o reduzir os atrasos (p.ex. via digitalização de processo) gera eficiência e otimização das curvas de procura, facilitando o ajuste de stocks face ao orçamento disponível, determinando novas requisições. Relativamente ao Cenário 10 está-se perante uma situação desejável, onde todas as atividades seriam digitalizadas e controladas por meio de tecnologia digital, aumentando o desempenho organizacional e minimização de custos com funcionários e outros custos diretos de produção ou operações com recurso à mão de obra humana substituída por máquinas.



**Proposição 1:** A Introdução da Digitalização de Processos permite reduzir atrasos (*delays*) na cadeia de abastecimento de *Marine Gasoil*.

Conforme se pode verificar pelos gráficos resultantes de simulação no Cenário 7, com o impacto da digitalização de processos, o **Ajuste do Stock face ao Orçamento de MG restante** é mais eficiente, pelo que, demora-se menos tempo para se ter a informação das existências no *stock* total de *Marine Gasoil*, nomeadamente qual a quantidade a adquirir lidos os mapas dos consumos. Isso facilita a agilidade no fluxo da informação relativamente aos pedidos a efetuar ao fornecedor. Em suma, o cenário 7 valida a proposição 1, com base nas premissas supracitadas.

**Proposição 2:** A Redução de *delays* na cadeia de abastecimento permite reduzir instabilidades na mesma (redução de *Bullwhip effect*).

Para a validação desta proposição, chama-se a atenção para o cenário 10, onde com a digitalização de processos extrema (sem quaisquer atrasos e sem tempos de espera), as curvas são lineares o que sugere que o sistema está a funcionar de forma perfeita – situação utópica no mundo real. Por outras palavras, as quantidades programadas são as que são adquiridas e consumidas dentro dos prazos estabelecidos, e o orçamento estando sempre a cumprir-se conforme o montante aprovado no início do ano. Portanto, as curvas não apresentam comportamentos oscilatórios, mas sim, curvas mais suaves que representam estabilidade e flexibilidade na gestão da cadeia de abastecimento. Neste cenário “ideal” não é de esperar a ocorrência de fenómenos de *Bullwhip*, o que permite inferir uma maior resiliência teórica da cadeia de abastecimentos em questão.

Em suma, é possível modelar o problema e não o sistema, logo, o método de simulação permite empregar a corrente de pensamento do pragmatismo. Pois através da modelação e simulação de problemas complexos (uma abordagem prática) é possível verificar a mecânica de diferentes componentes, seja capital investido, quantidades de produto em circulação, ou o controlo da gestão de processos de negócio de forma genérica. Porquanto esta abordagem prática de visualização de problemas complexos, testando vários cenários, gera valor e ajuda afincadamente a compreender-se a caracterização da cadeia de abastecimento de qualquer que seja o produto.



## 6. Conclusões

Decorrente deste trabalho de investigação e estudo da cadeia de abastecimentos de *Marine Gasoil* na Marinha Portuguesa, com recurso a modelação com *System Dynamics*, e simulador respetivo apresentado na presente dissertação, existem algumas conclusões a serem extraídas. Uma vez que o objetivo central deste estudo é a otimização da cadeia de abastecimento, face aos resultados obtidos retiram-se as seguintes conclusões:

1. Com a redução da Reserva de Segurança, pode-se operar com reservas menores, o que permite minimizar capital empatado, mantendo-se o risco de rutura do *stock* debaixo de controlo. A presente conclusão está associada quer a medidas de gestão de risco eficaz, quer a um melhor controlo interno para o bom desempenho das atividades ligadas ao processo da procura do *Marine Gasoil*.
2. Os *delays* (atrasos) podem ser impactados positivamente pela digitalização de processos conforme pode verificar-se pelos resultados de simulação no Cenário 10 (figura 27). A digitalização de processos diminui os tempos, e em consequência os respetivos atrasos e instabilidades no sistema.
3. Os modelos de simulação ajudam na previsão da procura e na tomada de decisão, evitando por exemplo, situações de elevado risco de rutura de *stocks*.
4. Os simuladores servem adicionalmente para concertar estratégias, e também auxiliam na elaboração do planeamento orçamental. Ajudam a solucionar problemas complexos e a visualização dos resultados é de fácil interpretação.
5. Com este modelo temos uma ferramenta de apoio à decisão, na medida em que, conhecendo os dias em que haverá falta de combustível pode-se aumentar a reserva de segurança naquele mês e na respetiva quantidade.
6. Finalmente, os simuladores ajudam a treinar profissionais que terão de gerir cadeias de abastecimento, otimizando-as face a potenciais riscos de modo a otimizar a sua resiliência.

## 6.1. Evolução futura do presente trabalho

Entre as recomendações para futuras evoluções do presente trabalho sugere-se:

- 1) Na evolução do simulador construído, separar o *Stock Total* de *Marine Gasoil*, que implicaria desagregar os diversos tanques gerais em diversos *stocks* separados, conjuntamente à capacidade de armazenamento de todos os navios da esquadra, atracados ou não, com o objetivo de continuar a fazer o estudo sobre o efeito *Bullwhip*, e a otimização da cadeia de abastecimento face ao impacto da digitalização de processos reduzindo os tempos de espera e os atrasos.
- 2) Construir 2 simuladores; um com a capacidade do *stock* inerente aos tanques existentes, e outro contemplando apenas o total dos tanques de todos os navios da Marinha que utilizam *Marine Gasoil*. Com essa desagregação será possível verificar-se de forma mais detalhada o que acontece com as curvas de procura alterando os tempos nas constantes de controlo do simulador e variando as quantidades. Uma vez que os simuladores servem para prever estratégias, desagregando-se o *stock*, pode suportar o desenho de estratégias com vista a uma maior integração logística entre a Marinha e o seu fornecedor para a otimização do processo de aquisição numa plataforma online onde as duas organizações tenham acesso à mesma informação em tempo real, tornando mais flexível o abastecimento aos navios.
- 3) Considerar cenários mais extremos, dos quais se possa aprender como gerir situações de crise.

## Referências

- Agarwal, M., Shankar, R., e Tiwari, M.K. (2007). *Modeling agility of supply chain* *Industrial Marketing Management*, 36 (4) pp. 443-457.
- Azevedo, M. (2018). *Teses, Relatórios e Trabalhos Escolares: Sugestões para estruturação da escrita segundo bolonha* (9ª ed.). Lisboa: Universidade Católica Editora.
- Bala, B. K., Arshad, F. M., & Noh, K. M. (2017). *System Dynamics Modeling and Simulation: Springer Texts in Business and Economics*. Acedido em 29 de Maio de 2020.
- Bowersox, D. J. (1978). *Logistical management: A Systems Integration of Physical Distribution Management and Materials Management*. Macmillan, 1978 - Business & Economics.
- Carvalho, J. C. (1999), *Logística* (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo LDA.
- Carvalho, J. C., Guedes, A., Arantes, A. J., Martins, A. L., Luís, C.A., *et al.* (2012). *Logística e gestão da cadeia de abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Chase R. B., Jacobs F. R. (2013). *Operations and Supply Chain Management* (14ª ed.). Reino Unido: MCGRAW-Hill education.
- Creswell, J. (2013). *Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing Among Five Approaches*. 3.ª ed. Los Angeles, CA: Sage.
- Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value – Adding Networks* (3ª ed.). Reino Unido: Person Education Limited.
- CSCMP. (2013). Retrieved from Council of Supply Chain Management professionals: Disponível em <https://cscmp.org>. Consultado em 23 de Maio de 2020.
- Decreto-Lei n.º 185/2014. *Diário da República n.º 250/2014, Série I de 2014-12-29*. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.

- Dias, J. C. (2005), *Logística Global e Macrologística*. Lisboa: Edições Sílabo, LDA.
- Erica, P., Alfieri, A., Zotteri, G. & Boylan, J. E. (2019, 30 de Outubro). The Impact of Demand Parameter Uncertainty on the Bullwhip Effect. *European Journal of Operational Research*, 94-107.
- Forrester, J. W. (1971) *Principles of Systems*. Cambridge, MA: Wright-Allen Press Inc.
- Forrester, J. W. (1961) *Industrial dynamics*. New York: John Wiley & Sons.
- Freixo, M. J. V. (2011). *Metodologia Científica: Fundamentos, Métodos e Técnicas*. 3.ª ed. Lisboa: Instituto Piaget.
- Kumar A. S., Suresh, N. (2009). *Operation Management*. Nava Delhi: New Age International (P) Ltd.
- Laudon, J. P., Laudon K. C., (2014). *Management Information Systems: Managing the digital firm* (13ª ed.). England: Pearson Education Limited.
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., Whang, S. (1997). Information Distortion in a Supply Chain: *The Bullwhip Effect*. 43(4), 546-558.
- Lei n.º 151/2015. *Diário da República n.º 178/2015, Série I de 2015-09-11*. Lisboa: Assembleia da República.
- Lei orgânica de Marinha (LOMAR), *Decreto Lei nº 185 2014*, de 29 de dezembro
- Milan, F. (2019). *Digital Business Analysis*. Suíça: Springer Nature.
- Moura, B. (2006). *Logística Conceitos e Tendências*. Lisboa: Centro Atlântico.
- Newman, I., Benz, C., (1998). *Qualitative\_quantitative Research Methodology: Exploring the Interactive Continuum*. Southern Illinois University Press.
- Peirce, C.S. (1883:1983). *Studies in logic by members of the John Hopkins university*. Cambridge: John Benjamins Publishing Co. University Press, John Wilson and Son.
- Peirce, C. (1990). *Semiótica* (2 ed.). São Paulo: Perspetiva.

- Pinto, A. C., Santos, P. G. dos, & Melo, T. J. (2013). *Gestão Orçamental & Contabilidade Pública*. Cacém: ATF-Edições Técnicas.
- Ponte, B., Costas, J., Puche, J., Pino, R., & Fuente, D. (2018). The value of lead time reduction and stabilization: *A comparison between traditional and collaborative supply chains*, *ScienceDirect - Elsevier*, 165-185.
- Ponomarov, S. e Holcomb, M. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience: *The International Journal of Logistics Management*, 20(1): 124-43.
- Popper, K., 2006. *A Lógica da Pesquisa Científica*. 12.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora Cultrix.
- Roberts, N., Andersen, D., Deal, R., & Shaffer, W. D. (1983). *Introduction to Computer Simulation: The System Dynamics Modeling Approach*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Santos, L. A., Garcia, F. M., Monteiro F. T., Lima, J. M., Silva, N. M., Silva, J. C., ... Piedade, J. C. (2016). *Cadernos do IESM nº 8: Orientações metodológicas para a elaboração do trabalho de investigação*. Lisboa: Fronteira do caos editores.
- Schoemaker, P. H. (1995). Scenario Planning: *A tool for Strategic Thinking*. 36(2), 26-30.
- Schwartz, P. (1991). *The Art of the Long View*. Nova York: Doubleday
- Senge, P. M. (1990). *Fifth Discipline*. Nova York: Doubleday. Pag 28-113.
- Silva, H. A. (2008). *Pragmatismo, Narrativas conflituantes e Pluralismo*. 15 (24), 99-133.
- Sterman J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Estados Unidos da America: McGraw Hill.
- Superintendência das Finanças (2020), *Plano de Atividades 2020*. Alfeite: Marinha.

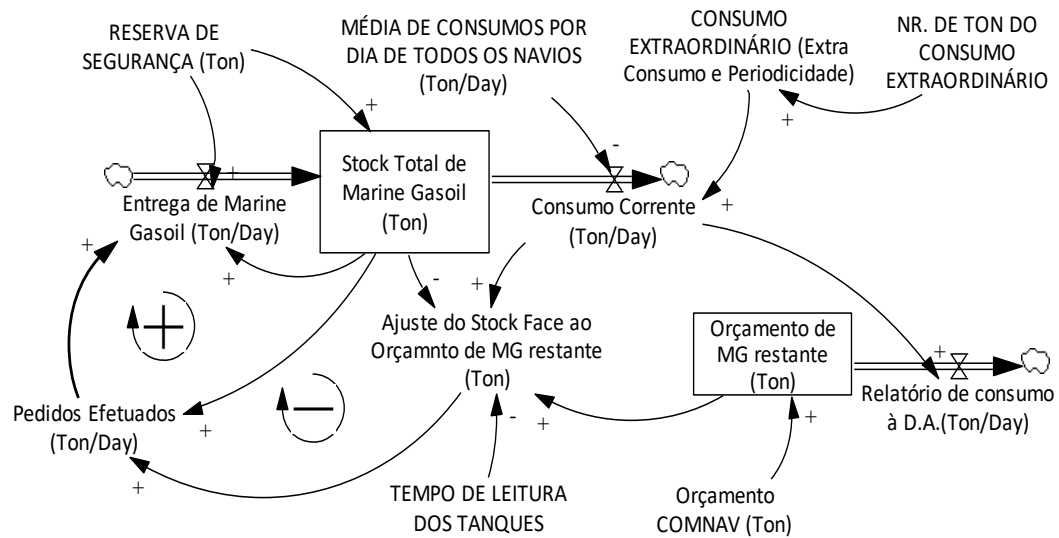


Superintendência do Material (2020), *Plano de Atividades 2020*, Alfeite: Marinha.

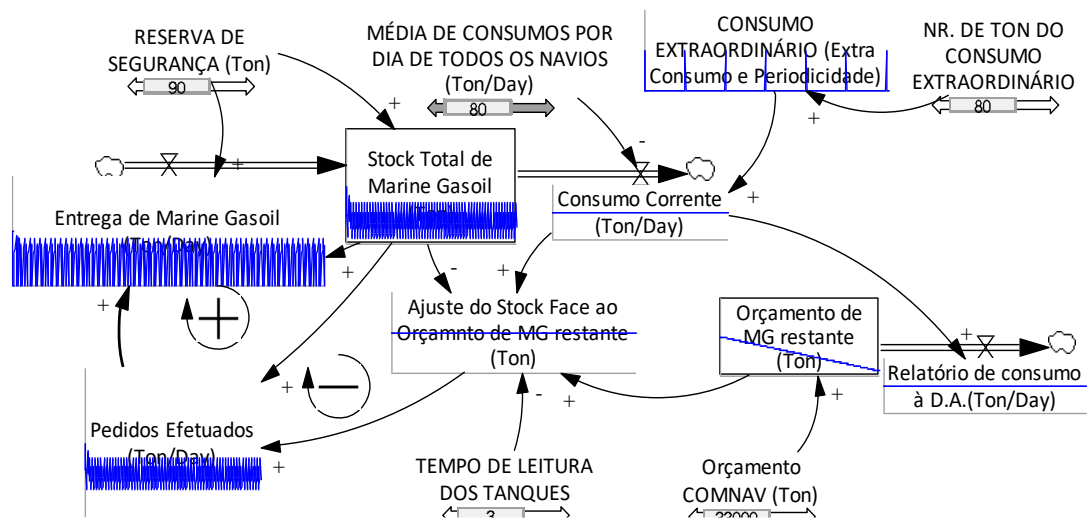
Ventana Systems (2007). *User's Guide* (version 5). Acedido em 29 de Maio de 2020. Disponível em <http://www.cs.vsu.ru/~svv/swe/VensimUsersGuide.pdf>

Weske, M. (2007). *Business Process Management: Concepts, languages, architectures*. Berlim: Springer.

## APÊNDICE A - Simulador *System Dynamics* com um *Stock*



**Figura A1** - Apresentação do simulador com apenas um *stock*



**Figura A2** - Comportamento dinâmico do simulador da (figura 28)

## APÊNDICE B - Código do simulador

(01) Ajuste do *Stock* face ao Orçamento de MG restante= Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG Restante - (*Stock* Total de Marine Gasoil )/TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES.

Units: Ton/Day

O Ajuste do *Stock* indica-nos uma taxa pela qual sabemos qual é o nível do *Stock* desejado.

(02) Ajuste do *Stock* Face aos Consumos = IF THEN ELSE ((Ajuste do *Stock* face ao Orçamento de MG restante)>=Consumo Corrente, Consumo Corrente, 0)

Units: Ton/Day

Esta variável auxilia na determinação de novos pedidos. Temos uma condição que é: Se o Ajuste do *Stock* face ao Orçamento de MG restante for maior ou igual à quantidade consumida, logo, essa quantidade consumida, constitui uma nova necessidade (um pedido por efetuar). Temos essa condição porque, depois de Ajustado o Orçamento e se ter o conhecimento do Orçamento remanescente, não se usa o remanescente no seu todo para se efetuar novas aquisições, isto é, as aquisições dependem das necessidades imediatas.

(03) Consumo Corrente = MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS+"CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)"

Units: Ton/Day

Saídas de combustível associados os consumos médios dos navios, é um regulador de saídas de toneladas de combustível.

É possível saber qual a quantidade de combustível que é gasta por períodos de tempo através desta variável. A mesma, serve de indicador para determinar a procura de novas quantidades.

(04) "CONSUMO EXTRAORDINÁRIO (Extra Consumo e Periodicidade)" =  
"NR. DE TON DO CONSUMO EXTRAORDINÁRIO"\*PULSE TRAIN(1, 1, 60, 360)

Units: Ton/Day

CENÁRIO: Começando no dia 1, e durante 1 dia, com a periodicidade mensal (30/60 dias), até ao final do ano comercial (dia 360), vai consumir periodicamente mais NR. LITROS DO CONSUMO EXTRAORDINARIO.

(05) Entrega de Marine Gasoil = Marine Gasoil por Receber/TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP

Units: Ton/Day

Representa a taxa de aquisição que é determinada pela quantidade dos pedidos efetuados e pelo atraso médio da aquisição (TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP). Nesse simulador o atraso na aquisição tem uma influência significativa (influenciam negativamente porque um atraso no abastecimento pode comprometer a missão).

(06) FINAL TIME = 365

Units: Day

The final time for the simulation.

(07) INITIAL TIME = 0

Units: Day

The initial time for the simulation.

(08) Marine Gasoil por Receber = INTEG (Pedidos Efetuados-Entrega de Marine Gasoil, 150)

Units: Ton

A quantidade de combustível encomendada; aquilo que se pediu, mas ainda não se recebeu. Não obstante ao que foi referido, pode incluir também as quantidades em trânsito.

(09) MÉDIA DE CONSUMOS POR DIA DE TODOS OS NAVIOS = 80

Units: Ton/Day

A média do consumo do combustível por dia calculada para todos os navios. É uma variável que representa a quantidade de Marine Gasoil consumida por dia relativamente à todos os navios em missão.

(10) "NR. DE TON DO CONSUMO EXTRAORDINÁRIO" = 40

Units: Ton/Day

É a quantidade de combustível que é consumida em determinados dias com missões não planeadas. Como por exemplo chamadas SAR ou outras de carácter urgente, com objetivos de contribuir para salvaguarda de recursos marinhos e garantir segurança no mar.

(11) "ORÇAMENTO COMNAV (Ton)" = 33000

Units: Ton

Orçamento inicial em toneladas de combustível consoante o PLANOPNAV. No início de cada ano económico o navio recebe um planeamento do COMNAV onde é possível

saber-se quais é que serão as quantidades de Marine Gasoil em que o navio irá precisar de modo a cumprir com as missões atribuídas.

(12) "Orçamento de MG Restante (Ton)"= INTEG (-Relatório de Consumo à DA, "ORÇAMENTO COMNAV (Ton)")

Units: Ton

É o remanescente da diferença que existe entre o orçamento (deduzido a toneladas) com as necessidades correntes. Neste caso considera-se que a quantidade consumida deve ser descontada ao orçamento, constituindo uma nova necessidade para a cadeia de abastecimento.

(13) Pedidos Efetuados = IF THEN ELSE ((*Stock* Total de Marine Gasoil)<=(RESERVA DE SEGURANÇA),Pedidos por Efetuar à Galp,0)

Units: Ton/Day

Taxa de pedidos efetuados à Galp. A taxa dos PT's é obrigatoriamente não negativa. Se haver cancelamento de algum Pedido de Transferência, deve ser reportado de modo a não ser incluído em pedidos presentes na cadeia de abastecimento.

(14) Pedidos por Efetuar à Galp = DELAY FIXED ((Entrega de Marine Gasoil + Ajuste do *Stock* Face aos Consumos) , "TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO (DA)" , 0 )

Units: Ton/Day

Pedidos por Efetuar são proporcionais às quantidades entre o Ajuste do *Stock* face aos Consumos e as Entregas de Marine Gasoil considerando o tempo do Processamento Administrativo (delay administrativo - inerente ao atraso na tomada de decisão de adquirir ou não por parte dos decisores no âmbito da organização).

(15) Quantidade de MG desejada face ao Orçamento de MG Restante = "Orçamento de MG Restante (Ton)"/TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA

Units: Ton/Day

O *stock* Desejado depende de variáveis internas ou externas à cadeia de abastecimento. Pode depender das quantidades que a Galp deposita nos tanques da Marinha, ou do orçamento disponível.

(16) Relatório de Consumo à DA = Consumo Corrente

Units: Ton/Day

Média de consumos por cada missão efetuada. (No fim de cada missão o navio elabora um mapa da quantidade consumida e, com esta informação, pede-se novas quantidades de modo a manter os tanques acima de 60% de combustível.

(17) RESERVA DE SEGURANÇA = 150

Units: Ton

Quantidade de combustível disponível no início do ano económico (para garantir existências no *Stock* Total), enquanto se ajusta o Orçamento para novas aquisições e também garante que há uma margem de segurança para o consumo. É uma variável que será incluída no Orçamento do ano em curso.

(18) SAVEPER = TIME STEP

Units: Day [0,?]

The frequency with which output is stored.

(19) *Stock* Total de Marine Gasoil= INTEG (Entrega de Marine Gasoil-Consumo Corrente, RESERVA DE SEGURANÇA)

Units: Ton

É a diferença de quantidades entre o *stock* acumulado das aquisições com o *stock* consumido, ou seja, é a disponibilidade de Marine Gasoil no momento presente. É a partir desta quantidade que se determinam quantidades a adquirir. De uma forma resumida pode-se dizer que (é a quantidade disponível nos tanques da marinha).

(20) TEMPO DE FORNECIMENTO POR PARTE DA GALP = 1

Units: Day

É o tempo que a Galp demora para fornecer o combustível. Este tempo representa um delay de operação (relacionado com fatores internos inerentes ao próprio fornecedor). Em suma é o tempo que se demora para ter os tanques abastecidos.

(21) TEMPO DE LEITURA DOS TANQUES = 1

Units: Day

É o tempo que a DA demora para fazer a leitura dos tanques e usar a informação para tomar decisões no processo de aprovisionamento de novas quantidades de Marine Gasoil.

(22) "TEMPO DE PROCESSAMENTO ADMINISTRATIVO (DA)"=1

Units: Day

Tempo que a DA demora para verificar a quantidade de combustível em transito e o consumido, para avançar com o processo de pedidos de novas quantidades. (Decisão Administrativa).



(23) TEMPO PARA O AJUSTE DA QUANTIDADE DESEJADA= 1.5

Units: Day

É o tempo que se demora para que se ajuste as quantidades entre o Orçamento disponível para adquirir novas quantidades e o *Stock* Total de Marine Gasoil.

(24) TIME STEP = 1

Units: Day [0,?]

The time step for the simulation.